

ENTOMOPHAGA

PUBLICATION
DE LA
COMMISSION INTERNATIONALE
DE LUTTE BIOLOGIQUE
CONTRE LES
ENNEMIS DES CULTURES
(C. I. L. B.)

TOME III — 1958

SECRÉTARIAT DE LA REVUE : SERVICE DE PARASITOLOGIE VÉGÉTALE,
INSTITUT PASTEUR, 25, RUE DU DOCTEUR-ROUX — PARIS (XV^e)



SOMMAIRE

- GREATHEAD, D. J. : Observations on two species of *Systoechus* (Diptera, Bombyliidae) preying on the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* FORSKÅL) in Eastern Africa, p. 3. — BILIOTTI, E. : Les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (Lepidoptera), p. 23. — VAGO, C. : V rose intestinale chez la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (Lepidoptera), p. 35. — MASNER, L. : A new egg parasite of gipsy moth *Lymantria dispar* (L.), p. 39. — FÉRON, M., P. DELANOUE & F. SORIA : L'élevage massif artificiel de *Ceratitis capitata* WIED., p. 45. — FISCHER, M. : Über die Variabilität von taxonomisch wichtigen Merkmalen bei *Opius concolor* SZEPL. (Hym. Braconidae), p. 55. — BENASSY, C. : *Prospaltella berlesei* HOW. (Hym. Aphelinidae) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (Hom. Diaspidinae), p. 67. — NIKLAS, O. F. : Auftreten und Periodik verschiedener Krankheiten und Parasiten bei Larven des Maikäfers (*Melolontha spec.*), p. 71.
-
-

OBSERVATIONS ON TWO SPECIES OF *SYSTOECHUS*
(DIPTERA : BOMBYLIIDAE) PREYING ON THE
DESERT LOCUST, *SCHISTOCERCA GREGARIA* (FORSKÅL),
IN EASTERN AFRICA

BY

D. J. GREATHEAD

Introduction

All species of the genus *Systoechus* of which the early stages are known have been found to be predaceous as larvae on the egg-pods of *Acrididae*.

Hitherto no characters for the separation of the larvae of this genus have been found. HESSE (1938) was unable to separate the larvae of *S. xerophilus* HESSE and *S. acridiophagus* HESSE which had been found feeding on the egg-pods of *Locustana pardalina* WALKER in South Africa by POTGIETER (1929). He had some success, however, in distinguishing the pupae of these two species.

During recent surveys of the natural enemies of *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) in eastern Africa, it was again found that two

species were involved. It was certain that confusion would arise unless the larvae could be separated, as they are the stage that is most commonly found in the field, and it is difficult to rear adults from them. The work described in the first part of this paper was undertaken with a view to separating these two species; two other species for which larval and pupal material was available were studied at the same time in order to judge more reliably the diagnostic value of the few morphological differences discovered.

The second part of the paper describes field observations on the life-histories and incidence of the two species, *Systoechus somali* and *S. aurifacies*, found during the work in eastern Africa, and on the extent to which they destroy the eggs of *Schistocerca*.

Of the four species available for morphological study, three are Ethiopian and one Palaearctic. The third Ethiopian species is *S. pallidulus* and the Palaearctic species is *S. autumnalis*. All have been shown by recent workers to be of importance in the ecology of locusts. The identity of the three African species was established with the aid of the British Museum's collection. *S. autumnalis* was identified by Prof. O. THEODOR. Notes on these four species follow.

Systoechus somali OLDROYD

This species was discovered by HYNES (1947), who obtained it from egg-pods of *Schistocerca gregaria* in the Ogaden, Ethiopia, then part of Somalia. It was described by OLDROYD (1947) who indicated its relationship with other species, including *S. chrystallinus* BEZZI and *S. xerophilus* HESSE; to this group of species may be added the West African *S. pallidulus* WALKER.

Systoechus aurifacies GREATHEAD

This species was described (GREATHEAD, 1958) from the material discussed in this paper. It resembles *S. mentiens* BEZZI and *S. exilipes* BEZZI and in BEZZI's key (1924), it runs nearest to these two species, having complete rows of black bristles on the abdomen and slender legs. *S. aurifacies*, however, differs in having largely pale bristles on the legs and the abdomen transversely banded owing to uneven distribution of the hairs.

The specimens, other than four reared at Emberemi (see below, p. 19), consist of one from Jebel Geddem in Eritrea, 9th February 1956 (D. J. GREATHEAD) and two from Saudi Arabia; the latter are from 7 ml. N. of Sabiya, 21st November 1956 (J. ROFFEY), and one (a specimen in the British Museum, Natural History) from W. Qanuna, 30th March 1948 (B. P. UVAROV). All these localities are on the coastal plains, and it is therefore probable that this is a Red Sea coastal species common to Africa and Arabia.

Systoechus pallidulus (WALKER)

This species was originally described as *Bombylius pallidulus*, but it is clearly a *Systoechus* both in general form and in wing venation. BEZZI (1924) lists it under *Bombylius* in his introduction, but does not mention it in the text. In BEZZI's key it runs to *S. chrystallinus* BEZZI, having no black bristles on the abdomen, yellow femora, nonspinose front femora, a red scutellum and yellow spines on the legs. Key characters which distinguish it from *chrystallinus* are the black basal segments of the antennae, narrow red margins to the abdomen, and hyaline wings.

The British Museum possesses only one specimen, the type, which is a male from Sierra Leone; there are no further data on the label. The specimens included in the present study were collected as larvae by Mr. G. B. POPOV in the Farimaké area of the French Sudan in April 1956; they are a male and a female, which agree with the type.

BECKER is stated by ENGEL (1932-37) to have identified a male Bombyliid from Fayoum oasis in Egypt as *Bombylius pallidulus*. This is presumably a misidentification, based on the description only.

Systoechus autumnalis PALLAS

This species is an egg predator of *Dociostaurus maroccanus* THUNBERG. The material used in this work was collected in Cyprus by Mr. L. F. H. MERTON, who is writing an account of its biology (MERTON, in press). DEMPSTER (1957) discusses the importance of this predator in the same country. The distribution of *S. autumnalis* extends from Siberia to southern Europe (ENGEL, 1932-1937), and it is known as a predator of the eggs of several grasshopper species in the U.S.S.R. (UVAROV, 1928).

Taxonomy

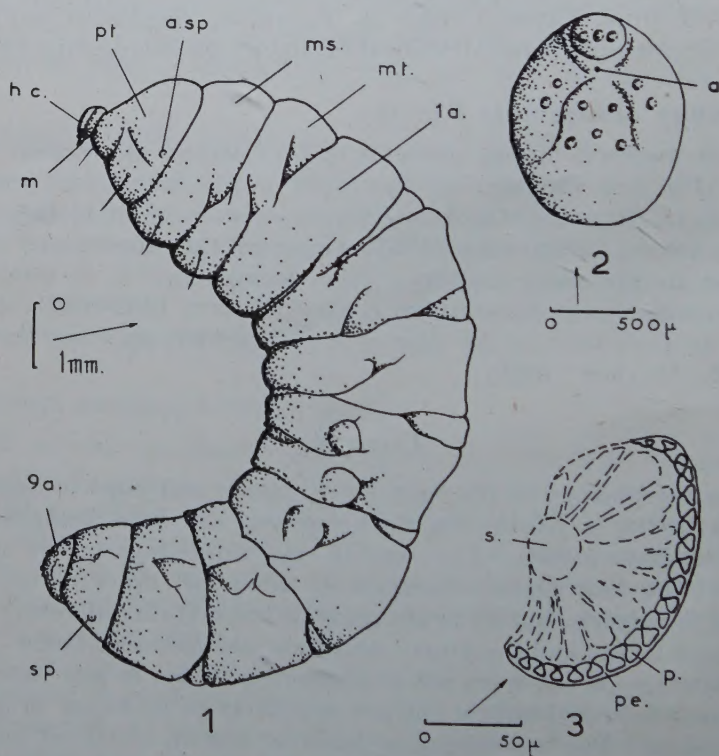
The morphology of the eggs, larval stages and pupa of *Systoechus vulgaris* LOEW, a North American species, has been described and figured by BERG (1940). The second- and third-stage larvae and the pupae of the four species discussed in this paper are very similar to those of *S. vulgaris*, but there are nevertheless certain differences in the third-stage larvae and the pupae, and these are discussed below. Eggs and first-stage larvae were not available for study; in any case, these stages are of short duration and are not likely to be found in general field studies. The second-instar larva is seldom obtained and this stage also is of short duration, but specimens of *S. somali*, *S. aurifacies* and *S. autumnalis* were available in this stage; those of *S. somali* were all too close to moulting to be of use, and those of the other two species proved on close examination to be extremely similar to those of *S. vulgaris* and to show no differences between themselves.

Third Instar (figs. 1-15).

The third and last larval instar is the longest in duration, sometimes lasting for a period of years (see below). This is the stage most frequently observed in the field.

The general form is shown in fig. 1. There is a partially sclerotised head, and the three thoracic and nine abdominal segments are clearly differentiated. The cuticle is smooth, providing no characters with the possible exception of a series of papillae around the anus on the ninth segment. These, however, are indistinct and appear in one sample of *S. somali* only. This sample consists of very turgid specimens, whereas in the majority of samples the specimens are slightly contracted and do not show the papillae. They were not observed by Berg or Hesse.

The anterior sclerotised part of the head is the most promising zone for constant characters of specific value. The heads of the four



FIGS. 1 - 3. — *Systoechus somali*, third-stage larva. (1) Lateral view; (2) Posterior end of abdomen to show papillae; (3) Anterior spiracle.
a., anus; h. c., head capsule; m., mouthparts; ms., mesothorax; mt., meta-thorax; p., pore; pe., peritreme; pt., prothorax; s., scar ("button"); sp., spiracle; 1. a., first abdominal segment; 9. a., ninth abdominal segment.

species are shown in figs. 4-15. The drawings are composite and are representative of the material available.

Measurements of the principal structures in frontal view were also made and are summarised in table I. Head width is the maximum width of the parietals, head length is the distance from the notch between the cardo and stipes to the dorsal edge of the parietals, and

TABLE I.

Head measurements (in mm.) of third-stage larvae of *Systoechus* spp.

Species	No. of specimens	Mean	Range	Standard deviation	Mean	Range	Standard deviation
		Head width			Head length		
<i>S. somali</i>	48	0.54	0.6—0.42	0.033	0.35	0.40—0.26	0.026
<i>S. autumnalis</i>	11	0.47	0.56—0.40	0.049	0.34	0.39—0.28	0.034
<i>S. aurifacies</i> .	6	0.44	0.49—0.39	0.042	0.36	0.39—0.32	0.034
<i>S. pallidulus</i> .	3	0.50	0.54—0.47	0.037	0.32	0.33—0.30	0.020
		Labrum width			Labrum length		
<i>S. somali</i>	48	0.17	0.21—0.12	0.021	0.37	0.42—0.32	0.023
<i>S. autumnalis</i>	11	0.18	0.23—0.16	0.026	0.33	0.35—0.28	0.023
<i>S. aurifacies</i> .	6	0.15	0.18—0.12	0.018	0.35	0.40—0.32	0.031
<i>S. pallidulus</i> .	3	0.15	0.16—0.14	0.010	0.28	0.30—0.26	0.018
		Stipes width			Stipes length		
<i>S. somali</i> ...	48	0.25	0.32—0.21	0.022	0.29	0.33—0.25	0.025
<i>S. autumnalis</i>	11	0.21	0.26—0.19	0.022	0.23	0.26—0.19	0.020
<i>S. aurifacies</i> .	6	0.18	0.21—0.18	0.015	0.22	0.25—0.19	0.018
<i>S. pallidulus</i> .	3	0.22	0.23—0.21	0.010	0.22	0.23—0.21	0.010

Analysis of variance (FISHER, 1954), and Tukey gap test (TUKEY, 1949), on individual characters :

Head width :

S. som. 0.54 mm ■ *S. pal.* 0.50 mm ■ *S. aut.* 0.47 mm ● *S. aur.* 0.44 mm

Head length :

S. aur. 0.36 mm □ *S. som.* 0.35 mm □ *S. aut.* 0.34 mm □ *S. pal.* 0.32 mm

Labrum width :

S. aut. 0.18 mm ■ *S. som.* 0.17 mm ● *S. pal.* 0.15 mm □ *S. aur.* 0.15 mm

Labrum length :

S. som. 0.37 mm ● *S. aur.* 0.35 mm ■ *S. aut.* 0.33 mm ■ *S. pal.* 0.28 mm

Stipes width :

S. som. 0.25 mm ■ *S. pal.* 0.22 mm □ *S. aut.* 0.22 mm ■ *S. aur.* 0.18 mm

Stipes length :

S. som. 0.29 mm ■ *S. aut.* 0.23 mm □ *S. pal.* 0.22 mm □ *S. aur.* 0.22 mm

■ indicates significantly greater at 1 % level; ● significantly greater at 5 % level; and □ not significantly greater at 10 % level.

labrum width and length are the greatest measurements across and along the raised part. These measurements show that the slight differences discernible in the drawings are real. They are, however, very variable between individuals and only serve to separate samples from one another. This is useful for the detection of different species in the larval stage, though adults or pupae are still necessary for a positive identification. The results of an analysis of the figures are appended to table 1; they indicate the degree of usefulness of the measurements. It will be seen that head length is a poor character in these species and can be disregarded. Discriminant functions were calculated for the remaining five characters, for head width, labrum length and stipes width only, for pairs of these three characters and for the ratios of length and breadth of the three parts measured, but no adequate distinctions could be demonstrated.

The principal characters that are useful for the initial detection of the presence of more than one species in a sample are as follows. The parietals and stipes are relatively broad in *S. somali* (fig. 7), while *S. autumnalis* has a broader labrum (fig. 10); *S. aurifacies*, while having the smallest head structures on the whole, has a relatively long labrum (fig. 4). The most characteristic features of *S. pallidulus* are in the sloping sides of the labrum in section (fig. 14) and the massive stipes (fig. 15). The bristle on the ventral side of the stipes appears to be absent in *S. pallidulus*, but as only four specimens of this species were available and the other cephalic bristles are weak, it is impossible to be sure of the value of this observation. With this possible exception, the cephalic bristles are the same in number and arrangement in all the species studied.

There is a pair of strong bristles on each of the three thoracic segments in a ventro-lateral position, but these also show no specific variation.

The larvae are amphipneustic. The two pairs of spiracles are similar in shape and structure (fig. 3), except that the number of pores

Legend of Plate

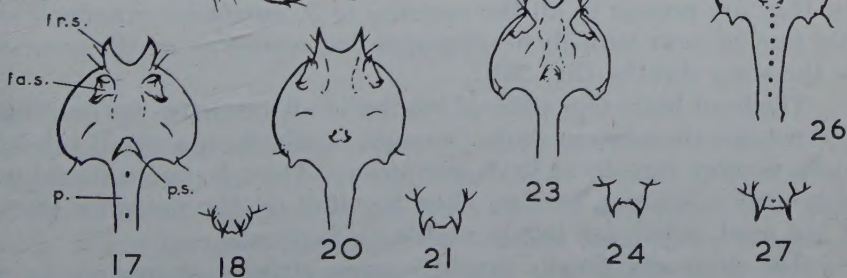
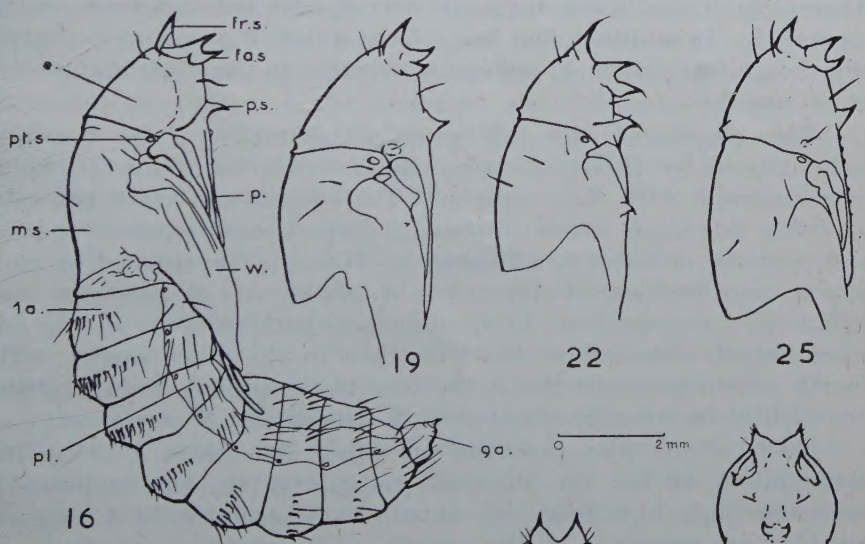
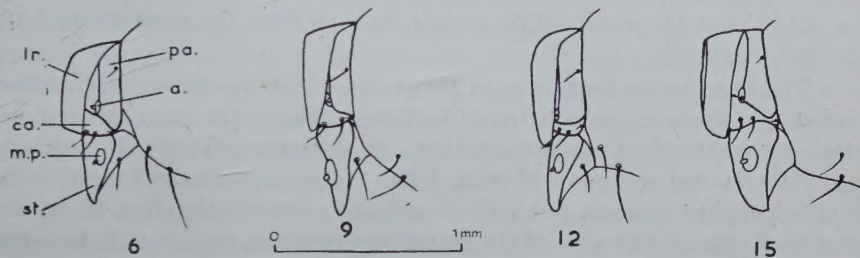
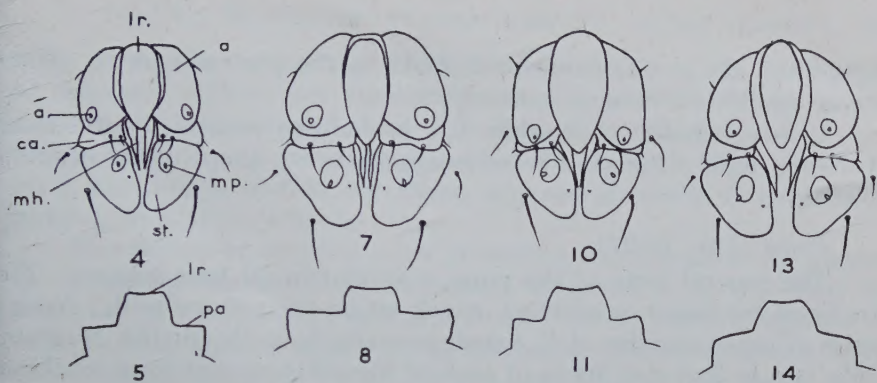
FIGS. 4 - 15. — *Systoechus* spp., heads of third-stage larvae.

(4, 5, 6) *Systoechus aurifacies*; (7, 8, 9) *S. somali*; (10, 11, 12) *S. autumnalis*; (13, 14, 15) *S. pallidulus*.

(4, 7, 10, 13) Frontal view. (5, 8, 11, 14) Section at widest point, through labrum and parietals. (6, 9, 12, 15) Lateral view. — a., antenna; lr., labrum; mh., mouth-hook; m.p., maxillary palp; pa., parietals; st., stipes.

FIGS. 16 - 27. — Pupae of *Systoechus* spp. (16, 17, 18) *Systoechus somali*; (19, 20, 21) *S. autumnalis*; (22, 23, 24) *S. aurifacies*; (25, 26, 27) *S. pallidulus*.

(16, 19, 22, 25) Lateral view; (17, 20, 23, 26) Ventral view of head; (18, 21, 24, 27) Ventral view of terminal spines. — fa.s., facial spines; fr.s., frontal spine; e., compound eye; ms., mesothorax; p., proboscis sheath; pl., pleuron; p.s., proboscis sheath spine; p.t.s., prothoracic spiracle; 1a., first abdominal segment; 9a. ninth abdominal segment.



is 16-20 in the anterior ones and 11-12 in the posterior ones. There are no specific differences in the spiracles.

It is concluded that while the larvae are practically identical, there are slight differences between species in the shape of the cephalic sclerites.

Pupa (figs. 16-27).

The general form of the pupa is similar in all four species. The drawings are based on exuviae, which retain their shape well. A long series of pupal exuviae of *S. somali* is available in the British Museum. Only two to four specimens of each of the other species were available for study, but the series of *S. somali* showed that the characters found are not variable.

The head bears four pairs of processes which are densely sclerotised and form a most conspicuous feature. They are similar but not identical in the four species studied. The space between the anterior pair (the frontal spines of HESSE, 1938), as seen in ventral view, varies from species to species. It will be noticed particularly (figs. 17 and 26) that in *S. somali* the tips of the anterior processes are slightly incurved whereas in *S. pallidulus* they are curved outward and more widely separated. In addition, the base of the anterior processes is sharply edged on either side in *S. pallidulus*, whereas in the other species it is more rounded.

This prominent edge and a wider separation of the processes were noticed by HESSE as being characteristic of *S. acridiophagus* in comparison with *S. xerophilus*. The second and third processes on either side have a common base and are termed anterior or inner and posterior or outer facial spines by Hesse. The anterior or inner pair is more backwardly directed in *S. somali* and *S. aurifacies* than in the other two species. In *S. autumnalis* both pairs are shorter and more broadly attached at the base than in the other species. The fourth pair of processes lies at the base of the proboscis sheath; they are slightly backwardly directed in *S. somali* and *S. aurifacies*.

Each of the four processes on either side bears a bristle-like prolongation at the tip, directed posteriorly. In the majority of specimens these have been lost, as in BERG's specimens of *S. vulgaris*, but they are present in all the material of *S. aurifacies* examined and they may be more strongly developed in that species as are the processes on the wing sheaths (fig. 22).

The head bears four pairs of bristles in all species so far described. The pair on the postero-ventral margin is raised on a small tubercle, which is more prominent in *S. aurifacies*. There is also a dorsal pair of tubercles, without bristles, close together on the posterior margin of the head, which are barely visible in *S. somali*.

The proboscis sheath provides some striking characters in the

form of papillae along the middle line posterior to the fourth pair of processes. There are two in *S. somali* and a row of seven in *S. pallidulus*. HESSE found three in *S. xerophilus* and several in *S. acridiophagus* following two clearly marked basal ones. They are absent in *S. autumnalis* and *S. aurifacies*, and are absent in *S. vulgaris* too judging from BERG's figure.

The thorax bears three pairs of bristles which seem to be constant in all the species available for study; however, they are easily lost and vary in size, so that care is necessary before concluding that one or more pairs are absent on a given specimen. The wing sheaths have a protuberance near the costal margin and towards the base; this is weakly developed and rounded in *S. somali* (and apparently in *S. vulgaris*), intermediate in *S. autumnalis*, strong and spine-like in *S. aurifacies* with a dark, well sclerotised tip, and weakly sclerotised but drawn out into a bristle-like point in *S. pallidulus*. HESSE does not comment on this process but it appears to be strongly developed in his figure of *S. acridiophagus*.

The bristles and the curious spines which are attached to the abdominal cuticle along their length except at their tips which are bent outwards, were thought by Hesse to vary in number specifically, but in the four species now studied there was as much variation between specimens of the same species as between species. The terminal structures of the abdomen are differently shaped in the different species (figs. 18, 21, 24 and 27), but they do not show such clearly marked characters as those found by HESSE between *S. acridiophagus* and *S. xerophilus*. The ridges and other prominences at the posterior end of the pupae are not clearly marked or reliable.

The pupae of the four species here compared can readily be distinguished by the shape of the cephalic processes, the papillae on the proboscis sheath and the costal protuberance. It is likely that characters such as these will prove to be useful for separating more species of the genus when more are known as pupae.

It should be noted that all these characters are truly pupal and not merely precursors of adult characters. They are therefore of special value for separating species which are difficult to distinguish in other stages, as has been found in other groups (VAN EMDEN, 1957).

Biology

Systoechus somali OLDROYD

This species was discovered by HYNES (1947) in the Ogaden country of the Somali Peninsula. He found second- and third-stage larvae in locust egg-pods in the areas centred on Wadere and Gabredarre where locusts oviposit in the summer and winter seasons. A 100 % infestation was reported in hard soils and 40 % in soft soils.

This is the only record of total destruction of an egg-field by *S. somali*. Larvae of these stages were also found in these areas during the course of the present work in November-December 1953, and by ELLIS & ASHALL (personal communication), and have also been noted there by others. Larvae of a species of *Systoechus* have been recorded near Wajir (Kenya) and in several localities in the Turkana district (table II). Adults were not reared in these Kenya localities but the larvae appear identical with *S. somali*, and adults of *S. somali* were taken on the wing in locust egg-fields at some of these localities.

The highest percentage of egg-pods found damaged by *S. somali* is 62; this was in an egg-field at El Rago (table II). However, this figure must be viewed with caution as, like many of the other records, it is based on a very small number of pods examined, and in view of the patchiness of distribution described below it may give an exaggerated impression of the effectiveness of the larvae at this site. The Shillave egg-field gives a more reliable figure of 59 %, as over 200 egg-pods were examined on a traverse.

Where the type of soil has been recorded, it is (except at Uegit) coarse sand or gravel. These soils are generally relatively soft and with a loose surface which covers the tops of egg-pods and might be expected to result in a reduction of the level of predation by *Systoechus* as found by HYNES. A clay soil remains firm to the surface so that the tops of egg-pods are visible, but there seems little evidence that egg-fields are more heavily infested in clay than sand.

HYNES does not mention the extreme patchiness of the distribution of larvae between groups of egg-pods and between egg-fields. In all, 11 egg-fields were examined in October and November, 1953, between the Webbi-Shabelli river and the Kenya border in the Upper Juba Province of Somalia. *S. somali* was associated with only three of these and in only one were larvae found. A similar situation occurred in the Turkana District of Kenya, where in May, 1955, only two out of 12 egg-fields examined were infested. Similarly in August only two out of 8 were infested. In the latter instance, the two egg-fields were within 5 miles of each other. The second Tiya egg-field (table II) was visited on two days; on the first day, *Systoechus* could not be found, but it was present on the second about 11 days after the locusts had laid.

The variation within an egg-field is equally striking. Table III shows the variation between groups in Turkana, and the patchiness within a single group is illustrated in fig. 28. Many such cases were recorded in the course of studies of the egg-pods in the field. Thus, in assessing the effect of this predator, it is necessary to examine as many egg-pods as possible from as many groups as possible. The figures given in this paper are from examinations of egg-fields made on a purely subjective basis, as it is rarely possible to do a mathema-

TABLE II.
Occurrence of *Systoechus somali* in egg-fields of *Schistocerca gregaria*.

Country	Locality	Date laid	Basis of estimation of infestation	Percentage infestation	Other predators		Soil	Observer
					Species	Percentage infestation		
Ethiopia.	S. Danakil near Urso 09.40N, 41.40E	IV.53	126 pods examined.	17	<i>Stomorhina lunata</i> .	16	—	C. A. Ashall.
	Ogaden near Dagabur 08.12N, 43.32E	V.53	62 pods examined; proportion infested by each predator not known.	13	<i>Stomorhina lunata</i> .	13	—	C. A. Ashall.
	Ogaden near El Rago 06.33N, 45.43E (3 sites within 5 miles)	XI.53	13 pods examined; very thin and scattered laying; up to 20 <i>Systoechus</i> larvae per infested pod.	62	<i>Stomorhina lunata</i> .	46	Coarse sand.	P. E. Ellis and C. A. Ashall.
			33 pods examined; 1-4 <i>Systoechus</i> larvae per infested pod.	48	none.	—		
			124 pods examined; 1-4 <i>Systoechus</i> larvae per infested pod.	43	<i>Stomorhina lunata</i> .	6		

TABLE II (continued).
Occurrence of *Systoechus somali* in egg-fields of *Schistocerca gregaria*.

Country	Locality	Date laid	Basis of estimation of infestation	Percentage infestation	Other predators		Soil	Observer
					Species	Percentage infestation		
Ethiopia.	Ogaden Ado 7.18N, 45.10E	19.XI.53	(a) roadside, 1,056 pods examined.	Trace (1 pod only)	<i>Stomorhina lunata</i> , <i>Trox procerus</i> , etc.	55	Compacted coarse sand with loose surface.	D.J. Greathead and G.B. Popov.
			(b) bush, 502 pods examined.	1.2	<i>Stomorhina lunata</i> , etc.	41	Coarse sand.	
	Ogaden Mersin 7.42N, 44.50E	about 12.XI.53	433 pods examined.	2.5	<i>Stomorhina lunata</i> .	26	Coarse sand.	D.J. Greathead and G.B. Popov.
			237 pods examined; 20-40 <i>Systoechus</i> larvae per infested pod and up to 66 result of traverse.	59	<i>Stomorhina lunata</i> .	26	Sand and gravel.	P.E. Ellis and C.A. Ashall.
Somalia.	Strada Imperiale, Kilo 310 4.36N, 45.17E	22.X.53	<i>Systoechus</i> seen laying? larvae not found in subse-	?	<i>Stomorhina lunata</i> , etc.	7.7	Silty sand and black clay soil	G.B. Popov and R.A. Hall.

	Uegit 3.48N, 43.15E	5-6.XI.53	12 ft. \times 9 ft. area examined yielding 216 pods.	32	<i>Stomorhina lunata</i> , <i>Mytabris</i> , etc.	21	Black clay soil.	D. J. Greathead G. B. Popov and R. A. Hall.
Kenya...	Turkana 20 ml. E. Lod- war 3.16N, 35.28E	9.V.54	120 pods exami- ned.	2.3	<i>Stomorhina lunata</i> and <i>Chlaenius</i> sp.	8	Sand run- nels.	D.J. Greathead and G. B. Popov.
	Turkana Milima Tatu 4.13N, 35.28E	12.V.54	626 pods exami- ned.	13	<i>Stomorhina lunata</i> and <i>Chlaenius</i> sp.	10	Sand runnels and gravelly sand.	
	Turkana Tiya 3.00N, 35.21E	5.VIII.54	306 pods exami- ned.	1.6	<i>Stomorhina lunata</i> .	16	Sand hummocks.	
	two of 4 sites in the same area.	about 6.VIII.54	253 pods exami- ned.	8.7	<i>Stomorhina lunata</i> .	35		
	20 miles south of Wajir 1.27N, 39.57E	about 10.XI.54	Brief general sur- vey.	considerable	none noticed.	?	Coarse sand.	D. J. Greathead.
	Wajir 1.45N, 40.03E	13.XI.54	224 pods exami- ned in lattice sam- pling.	1.3	<i>Stomorhina lunata</i> <i>Scytlacius</i> sp. desiccation.	17	Coarse sand.	D.J. Greathead W.J. Stower and J. Roffey.

The percentages given are only to indicate the level of infestation and do not, except at Wajir, represent a quantitative assessment based on a sampling system.

tically satisfactory survey in the short time available. They are the result of one or two days' work at each egg-field; as many egg-groups as possible were dug up, having been selected to include all or

TABLE III.
Systoechus somali in Turkana District, Kenya, 1954.

A				
Locality	Date of laying by locusts	No. of groups of egg-pods examined	No. of groups infested by <i>Systoechus</i>	Remarks
20 miles east of Lodwar.....	13.V	1	1	
Milima Tatu...	12.V	12	8	
Tiya, first egg-field.....	5.VIII	3	1	5 groups examined previously did not have <i>Systoechus</i> .
Tiya, second egg-field	6.VIII	6	5	7 ditto.

B			
	No. of egg-pods in group	No. of pods infested by <i>Systoechus</i>	Percentage infested
Milima Tatu.....	235	7	3.0
	58	0	0
	60	0	0
	49	0	0
	29	8	28
	22	11	50
	18	11	61
	15	0	0
	22	4	18
	33	25	76
	14	12	86
	71	14	20
Total.	626	92	15
Tiya (second egg-field, second visit)	15	0	0
	29	6	20
	17	4	23
	28	1	3.6
	13	2	15
	62	9	15
Total.	164	22	13

several of the types of terrain covered by the egg-field. Unfortunately on the occasions when a very thorough survey was undertaken, *Systoechus somali* proved to be absent or in very small numbers as at Wajir in 1954. In the latter case, the egg-field, which was a small one, was divided into squares of 15×15 yards in each of which nine square-foot samples were taken, and this procedure produced 224 pods of which only three were infested, two in one sample and one in another.

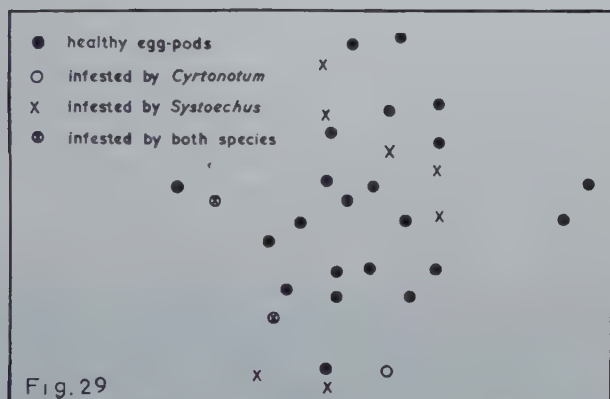
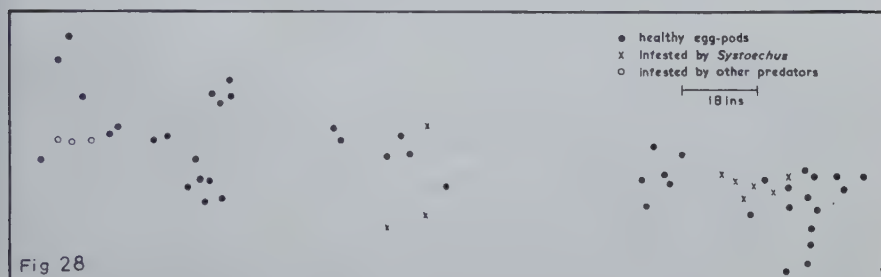


FIG. 28. — Groups of egg-pods to show grouping of pods infested with *Systoechus somali* (Tiya, Kenya).

FIG. 29. — Groups of egg-pods to show grouping of pods infested with *Systoechus aurifacies* (Emberemi, Eritrea; area represented by figure, one square yard).

It is considered that each larva requires about one-eighth of a *Schistocerca* egg-pod or 8-10 eggs during its life. HYNES suggested a fifth or a sixth. Thus eight or more larvae will completely destroy an egg-pod. This was rarely observed. Table IV shows that for two egg-fields studied, about half of the infested egg-pods had only one *Systoechus* larva, about one-fifth had two larvae and about one-tenth had three. In the majority of egg-pods, therefore, a proportion of the eggs will escape damage and hatch. The presence of a larva certainly does not mean that the whole pod will be destroyed, and

this must be taken into account in assessments of damage by this predator.

TABLE IV.
Numbers of *Systoechus somali* larvae per egg-pod

Locality	Numbers of instances of a given number of larvae per egg-pod in %														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	
Milima Tatu . .	43	23	12.5	8.9	6.8	1.1	0	1.1	0	1.1	0	1.1	1.1	1.1	
Tiya (second egg-field, se- cond visit...	66	19	9.5	0	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

NOTE : At Milima Tatu, 236 larvae were found and the average number per egg-pod was 2.7.

At Tiya, 33 larvae were found and the average number per pod was 1.6.

In two egg-fields studied by ELLIS & ASHALL (see table II), the number of larvae per pod was much higher. They found 20-40 larvae per pod commonly at Skillave and recorded 66 in one pod.

The larvae appear to puncture an egg and suck out the contents, leaving the chorion dry and collapsed. This method of feeding (see photo 1) does not result in general putrefaction, as does that of some other egg-predators, notably *Stomorhina lunata* F. The larvae lie, when feeding, in a hollow at the side of the pod or in a cavity within it caused by the consumption of eggs.



PHOTO 1. — Third-stage *Systoechus somali* larvae and *Schistocerca gregaria* egg-pod exposed to show the type of feeding. $\times 2$. (Photo by G. B. POPOV.)

Thus, when assessing damage done by *Systoechus* larvae, the patchiness and the numbers per egg-pod must be considered, as the eggs not eaten will hatch in the normal way. This, coupled with the fact that there are commonly insufficient larvae to destroy an egg-pod completely, means that the value of *Systoechus* is less than that of *Stomorhina lunata* per individual. This must be taken into account when considering the figures in table II where the numbers refer to egg-pods infested.

The second instar was the youngest stage observed; its behaviour does not differ from that of the feeding third instars. Feeding and growth are very rapid. On one occasion, in Turkana, a larva in the third instar and nearly full-grown was found only four days after the eggs on which it was feeding had been laid. On other occasions, younger larvae were found later in the development of the egg-fields. It seems probable that four days is the minimum duration of the feeding period.

In both egg-fields at Tiya *Systoechus* was not found four days after the locust eggs had been laid, but was present on the eleventh and twelfth days respectively; by this time, all but one, a pupa, were in the third instar. This suggests a period of about seven days for the egg and larval stages together. After feeding is completed, the larva moves away and remains resting in a cavity in the soil, close to the site of the pod.

HYNES (1947) found resting larvae up to two months after the locusts had hatched. No field observations have been made on this aspect of the life history in the course of the present work, but larvae from Somalia have remained unchanged for up to three years at 25-30 °C in a laboratory in England. Moistening the soil caused some of the resting larvae in the laboratory to pupate and a few adults to emerge as in HYNES' experiments. It was noted that the pupa works its way to the surface of the soil until the anterior third is projecting before the adult emerges.

Adults were observed in the field at the time of locust egg-laying during the rains in the Ogaden and Somalia, in October-November 1953, and October 1954, but not at other times. The apparent laying behaviour quoted by HYNES from GUNN's observations was observed, but again no eggs were found subsequently. Feeding and copulation were not observed. Other *Bombyliids* have been observed feeding on the nectar of flowers such as *Acacia* and *Heliotropium* which are common where the Desert Locust breeds.

Systoechus aurifacies GREATHEAD

During the egg-pod survey made at Emberemi, near Massawa in Eritrea, in February 1954 (STOWER, POPOV & GREATHEAD, in press), *Systoechus* larvae were found in two samples of one square

yard each (fig. 29). It was assumed at the time that these were *S. somali*. However, in 1956 adults were reared from larvae collected in an egg-field a few miles from the previous site, and these have proved to be a new species, recently described as *S. aurifacies* GREATHEAD (1958).

The egg-field was unusual in that it had been laid by the remnants of a swarm over a period of ten days in an area of 200×300 yards. The egg-pods were not distributed in the usual manner (POPOV, in press), but were scattered over a uniform sandy plain similar to that described by STOWER, POPOV & GREATHEAD. There was a tendency for more pods to be found near scattered bushes. In all, 80 pods were found, of which 22 were infested by *Systoechus* larvae. Three of the infested pods contained two larvae each, but all the others had only one each. Four out of the 25 larvae were in the second stage, the remainder being in the third. Some of the latter were kept in damp sand in glass specimen tubes in the field, and four adults were obtained. The first adult emerged 35 days after collection of the larvae, and the remainder within the next eight days. Other larvae pupated but the pupae died. The pupal period was very short, but was not determined accurately because it was inadvisable to disturb the larvae and pupae in the sand, but one individual is known to have taken between six and seven days. All the adults emerged within two hours of sunrise, when the temperature was rising rapidly. Three specimens have been caught as adults in areas where locust egg-pods occur, one on the Eritrean coast and two on the Red Sea coast of Saudi Arabia.

The method of feeding, appearance, and general behaviour of the larva is identical with that of *S. somali*. These two species attacking the eggs of *Schistocerca gregaria* are so similar in their biology that the available data can be combined to give a general outline of the probable life history of both.

The eggs are presumably laid by the females on the wing, whilst making the jerking movement described by GUNN (*in* HYNES, 1947). Some of the eggs fall into cracks in and around locust egg-pods, and on hatching the minute bristly larva, described for *S. vulgaris* by BERG (1940), reaches an egg-pod sooner or later and commences feeding. The larva completes its feeding and growth in the same pod, passing through three instars and devouring about ten eggs. The incubation and larval periods, to the cessation of feeding, together occupy not less than four days and probably not more than seven days if ample food is available. The fully grown larva then passes into a resting condition in the soil until a soaking by rain causes it to pupate. Not all the larvae pupate at the first soaking. Emergence of the adult occurs about a week after pupation. The adult life is probably short. It is likely that the female lays several thousand eggs as do some other Bombyliids (CLAUSEN, 1940).

The most interesting aspect of the biology of these species is the mechanism whereby the life history is synchronised with that of the host. This is discussed by HYNES who considers that there are probably alternative hosts to maintain the population and that at any rate the staggered pupation after rain ensures that some adults are available at times when locust and grasshopper oviposition occurs. Ability to remain dormant for at least three years might mean that the "unlikely possibility that *S. somali* may remain in diapause from outbreak to outbreak" does in fact occur and alternative hosts are unnecessary.

The life history from a fully grown larva to oviposition is strikingly similar to that of *Symmictus flavopilosus* (*Nemestrinidae*) which occurs in the same area and is also a natural enemy of *Schistocerca gregaria* (GREATHEAD, in press).

Notes on rearing *Systoechus*.

In this group, in which larvae are unsatisfactory for determination, it is desirable to obtain adults. There are several points which it is useful to remember in this connection. It is essential to disturb the larvae as little as possible as the cuticle is very delicate and many larvae become desiccated after surprisingly little abrasion. The soil should be kept sufficiently damp to remain firm. To initiate pupation, it seems necessary to soak the soil until it is almost waterlogged. On the other hand, the pupae succumb to fungal infections if these conditions persist, so that it is also necessary to allow the soil to dry off after the initial soaking.

The author kept his larvae in glass specimen tubes (3×1 in.) one-third filled with moist sand. The larvae were placed in holes bored by a pencil in the sand and were then lightly covered with sand, which was gently pressed down, a method suggested by Dr. VAN EMDEN (personal communication). To induce pupation, the tubes were kept corked, but the corks were replaced by bungs of cotton wool when it was judged that pupation had occurred.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is indebted to Mr. H. OLDROYD of the British Museum (Natural History) for his interest and helpful criticism, as well as to persons mentioned in the text who kindly supplied material. He is also very grateful to the Director of the Desert Locust Survey, Mr. P. R. STEPHENSON, and many members of his staff, particularly those whose observations are acknowledged in table II, for their interest in this work at all stages and for the provision of facilities without which it could not have been done.

Mr. D. E. DAVIES of the Anti-Locust Research Centre has rendered special assistance in the analysis of the head measurements.

RÉSUMÉ

Les larves de deux espèces de *Systoechus* (*somali* OLDROYD et *aurifacies* GREATHEAD), attaquent les œufs du criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* FORSKÅL) en Afrique orientale. La morphologie des larves et des pupes de ces deux espèces et de deux autres

a été étudiée en détail. Les larves sont presque identiques; seulement quelques faibles différences ont été observées dans la forme des sclérites céphaliques. Les pupes, d'autre part, présentent des caractères plus distincts.

La distribution du *Systoechus* parmi les lieux d'oviposition du *Schistocerca* et parmi les oothèques d'une même station est très irrégulière.

Chaque larve demande 8-10 œufs (c'est-à-dire un huitième d'une oothèque) pour le développement complet. On trouve souvent plus d'une larve dans l'oothèque, mais il n'en résulte pas la destruction de tous les œufs. Le développement larvaire et le stade de pupa durent chacun à peu près une semaine, mais la larve développée passe dans le sol une période de repos dont la durée varie de plusieurs mois à plusieurs années. Les pluies déclenchent la formation des pupes; toutes les larves ne se transforment pas à la première pluie; en conséquence, l'éclosion des adultes est très échelonnée.

RÉFÉRENCES

- BERG, V. L. — 1940. The external morphology of the immature stages of the bee fly, *Systoechus vulgaris* LOEW (Diptera, Bombyliidae), a predator of grasshopper egg pods. — *Canad. Ent.*, **72**, 169-178.
- BEZZI, M. — 1924. The Bombyliidae of the Ethiopian Region. — British Museum (Natural History), London.
- CLAUSEN, C. P. — 1940. Entomophagous Insects. — McGraw-Hill, New York and London.
- DEMPSTER, J. P. — 1957. The population dynamics of the Moroccan Locust (*Docistaurus maroccanus* Thunberg) in Cyprus. — *Anti-Locust Bull.*, n° 27, 59 pp.
- EMDEN, F. I. VAN. — 1957. The taxonomic significance of the characters of immature insects. — *Ann. Rev. Ent.*, **2**, 91-106.
- ENGEL, E. O. — 1932-37. 25. Bombyliidae. — 619 pp. l. c. In LINDNER, E. — Die Fliegen der palaearktischen Region. Bd. IV 3.
- FISHER, R. A. — 1954. Statistical Methods for Research Workers. — 12th ed. revised, Oliver and Boyd, Edinburgh and London.
- GREATHEAD, D. J. — 1958. *Systoechus aurifacies* sp.n. (Diptera: Bombyliidae), a predator on egg-pods of the Desert Locust *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL). — *Ent. mon. Mag.*, **94**, 22-23.
- GREATHEAD, D. J. — Notes on the life history of *Symmictus flavopilosus* BIGOT (Diptera, Nemestrinidae) as a parasite of *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) (Orthoptera, Acrididae). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*. [In press.]
- HESSE, A. J. — 1938. A revision of the Bombyliidae (Diptera) of southern Africa. — *Ann. S. Afr. Mus.*, **34**, 1-1053.
- HYNES, H. B. N. — 1947. Observations on *Systoechus somali* (Diptera Bombyliidae) attacking the eggs of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) in Somalia. — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*, **22**, 79-85.
- MERTON, L. F. H. — Studies in the ecology of the Moroccan Locust (*Docistaurus maroccanus* THUNB.) in Cyprus. *Anti-Locust Bull.* (In press).
- OLDROYD, H. — 1947. A new species of *Systoechus* (Diptera: Bombyliidae), bred from eggs of the Desert Locust. — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **16**, 105-107.
- POPOV, G. B. — Ecological studies on oviposition by swarms of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* FORSKÅL) in eastern Africa. — *Anti-Locust Bull.* (In press).
- POTGIETER, J. T. — 1929. A contribution to the biology of the brown swarm locust *Locustana pardalina* (Wlk.) and its natural enemies. — *Sci. Bull. Dep. Agric. S. Afr.*, n° 82, 48 pp.
- STOWER, W. J., G. B. POPOV & D. J. GREATHEAD. — Oviposition behaviour and egg mortality of *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) on the coast of Eritrea. — *Anti-Locust Bull.* (In press).
- TUKEY, J. W. — 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. — *Biometrics*, **5**, 99-114.
- UVAROV, B. P. — 1928. Locusts and Grasshoppers. — Imperial Bureau of Entomology, London.

(Anti-Locust Research Centre, London)

LES PARASITES ET PRÉDATEURS DE *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF. (LEPIDOPTERA)

PAR

E. BILLOTTI

Introduction

La Processionnaire du Pin figure en bonne place dans la plupart des traités d'Entomologie forestière et de nombreux auteurs se sont occupés du difficile problème du contrôle de ses pullulations. Cependant, dans l'importante littérature consacrée à cette espèce, les indications concernant les ennemis naturels sont peu détaillées et ne font souvent que reproduire des citations antérieures en provenance par exemple de l'ouvrage de BAER (1921). Peu de travaux ont été entrepris spécialement dans le but d'étudier les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Les désagréables propriétés urticantes des chenilles processionnaires ne sont probablement pas étrangères à ce fait; de plus, cette espèce n'ayant jamais été propagée accidentellement hors de son aire naturelle de répartition, elle n'a pas provoqué de grands travaux de prospection du type de ceux qui ont suivi l'introduction aux États-Unis, de *Lymantria dispar* L. et *Euproctis chrysorrhoea* L. (*phaeorrhoea* DON.). La plupart des mentions qui ont été faites sur les parasites de la Processionnaire du Pin sont donc des indications de caractère occasionnel.

Nous avons entrepris, depuis quelques années, une prospection générale des ennemis naturels de *T. pityocampa* en France; les principaux points de prospection sont indiqués sur la carte jointe (page 27), et sont répartis dans l'ensemble de la zone de distribution du Lépidoptère dans des climats variés, du littoral Atlantique aux Alpes en passant par la Côte méditerranéenne et la Corse. En altitude, les points d'observation vont du niveau de la mer à 1 300 mètres avec de nombreux intermédiaires. De plus, nous avons eu l'occasion d'examiner des échantillons en provenance du Maroc.

Les renseignements de tous ordres que nous avons obtenus à l'heure actuelle nous paraissent suffisants pour présenter une étude

Hym. *Pteromalidae* *Conomorium eremita* FORST.
 * *Psychophagus omnivorus* WALK.
 * *Dibrachys cavus* WALK.

C. HYPERPARASITES.

Les deux espèces que nous citons sont des parasites secondaires.

Hym. *Pteromalidae* * *Dibrachys cavus* WALK. (= *D. boucheanus* RATZ.).
 * *Habrocytus eucerus* RATZ.

D. PRÉDATEURS.

Dipt. *Syrphidae*. * *Xanthandrus comtus* HARR.
 Hym. *Formicidae*. * *Crematogaster scutellaris* OL.
 * *Leptothorax recedens* NYL.
Formica rufa L.

Oiseaux *Cuculus* (Coucou).
Corvus pyrrhocorax
Parus (Mésange).

2. Remarques sur le rôle des différentes espèces.

A. PARASITES DES ŒUFS.

Afin de préciser le rôle des parasites des œufs de *T. pityocampa*, nous avons opéré régulièrement depuis l'année 1953 des prélèvements de pontes dans le plus grand nombre de localités possible. Ces prélèvements ont eu lieu en septembre ou octobre suivant les possibilités, c'est-à-dire, dans tous les cas, après l'éclosion des chenilles. Les pontes ont été ensuite conservées au laboratoire et les éclosions de parasites notées au printemps suivant. Puis, les pontes débarrassées de leurs écailles ont été examinées en détail pour connaître : le nombre total d'œufs, le nombre d'œufs éclos normalement et le nombre d'œufs parasités. Il est facile de reconnaître les œufs parasités par *Trichogramma* et ceux attaqués par les autres espèces (fig. 5, planche II).

On n'obtient qu'un seul adulte d'*Ooencyrtus* par œuf de l'hôte, tandis que la moyenne du nombre de *Trichogramma* issus d'un œuf de *T. pityocampa* peut s'élever jusqu'à 11 dans certaines pontes. Il s'est avéré qu'un premier comptage dès la récolte était nécessaire pour pouvoir préciser le nombre d'*Ooencyrtus* de première génération.

Dans la plupart de nos prélèvements nous avons rencontré *O. pityocampae*, *T. tibialis*, *Trichogramma* sp. Dans quelques localités seulement (Cap Ferret, Claouey, Caplanne, Caudos, Hyères et Toulon), nous avons obtenu également *Anastatus bifasciatus*. Nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner des échantillons de *Charitolophus* sp. rencontré par ANDROIC en Yougoslavie.

Au point de vue de la répartition géographique des espèces, notons que dans nos prélèvements effectués dans la Sarthe à la limite de l'aire de répartition de la Processionnaire du Pin, le seul parasite rencontré était *Trichogramma*.

TABLEAU I

Parasitisme des œufs de *T. pityocampa* (1956)

LOCALITÉS	% DE PONTES ATTAQUÉES	% D'ŒUFS DÉTRUITS
Le Huga	66	6
Truc du Lion 1	75	6
Truc du Lion 2	78	11,6
Claouey	66	14,1
Cap Ferret	60	11,4
Saint-Girons-sur-Mer 1.....	100	28
Saint-Girons-sur-Mer 2.....	100	20,3
Abeilles	93	12,3
Sault.....	100	7,7
Malaucene.....	85	6,6
Escragnolles	100	11,8
Plan de Caussols.....	68	3,4

De même, au col de Sorba, à 1 300 mètres d'altitude, les *Trichogramma* étaient les seuls présents, à l'exception de quelques individus d'*Ooencyrtus* (nous avons obtenu l'éclosion de six individus sur un total de 16 pontes récoltées au printemps 1957; c'est-à-dire déposées en 1956). Dans l'ensemble et en attendant des études quantitatives plus précises, nous pouvons indiquer que l'action des parasites des œufs varie peu suivant les années dans une même localité. Les taux extrêmes du parasitisme observés à ce jour pour l'ensemble de nos récoltes ont été de 3 % et 28 %.

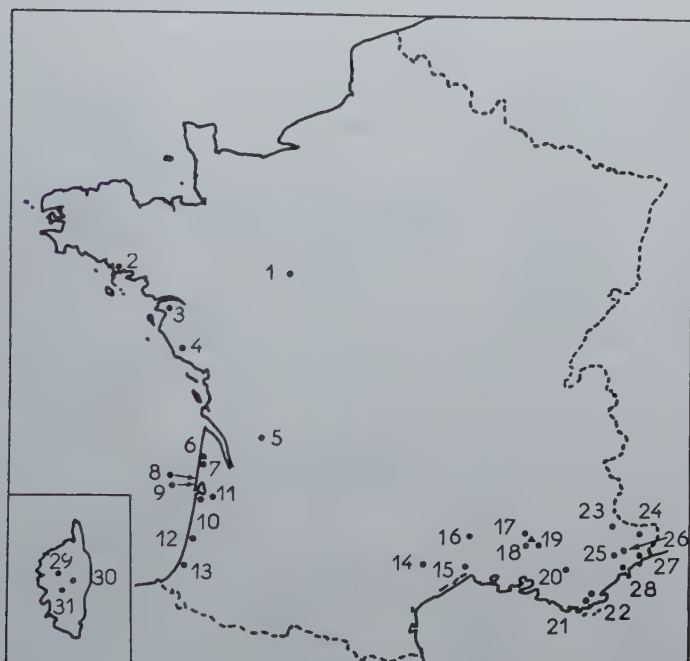
Il convient cependant de faire la différence entre le taux d'attaque des pontes et le pourcentage d'œufs détruits. Le tableau I résume nos observations pour l'année 1956. On peut constater que la plupart des pontes dans une localité donnée et même parfois la totalité d'entre elles ont subi l'attaque d'une ou plusieurs espèces de parasites, mais que le nombre d'œufs détruits reste presque toujours faible. Ceci semble indiquer de la part des adultes de parasites de bonnes facultés de découverte de l'hôte tandis que le faible pourcentage de destruction des œufs pourrait s'expliquer par les difficultés mécaniques que la présence des écailles oppose à la pénétration de la tarière.

La biologie des différentes espèces parasites des œufs est encore mal connue. Notons cependant que les œufs de l'hôte peuvent être attaqués pendant toute la durée du développement embryonnaire puisqu'il nous est arrivé de trouver des larves mûres de parasites solitaires dans des œufs contenant également une capsule céphalique de chenille complètement formée.

Nous n'avons pas encore pu obtenir au laboratoire la ponte de *Tetrastichus tibialis* et le rôle de cette espèce devra être examiné de façon détaillée en fonction notamment des possibilités de développement en parasite secondaire, fréquentes dans le genre *Tetrastichus*.

En ce qui concerne *O. pityocampae* qui a été découvert et décrit en Espagne par MERCET, nous avons entrepris une étude biologique de cette espèce et pouvons donner les indications suivantes :

Les œufs de l'hôte peuvent être attaqués avec succès pendant



PRINCIPALES LOCALITÉS

où ont été faits des prélèvements de contrôle sur l'évolution et les parasites de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.

1. Vouvray (Sarthe); 2. Carnac (Morbihan); 3. Saint-Brévin (Loire-Atlantique); 4. Les-Sables-d'Olonne (Vendée); 5. Fouquebrunes (Charente); 6 à 13. Landes de Gascogne; 6. Le Huga (Gironde); 7. Truc du Lion (Gironde); 8. Claouey (Gironde); 9. Cap Ferret (Gironde); 10. Caudos (Gironde); 11. Caplane (Gironde); 12. Saint-Girons (Landes); 13. Capbreton (Landes); 14. Lodève (Hérault); 15. Lunel (Hérault); 16. Alès (Gard); 17 à 19. Mont Ventoux : 17. Malaucene (Vaucluse), 800 m (500 à 1 000 m); 18. Abeilles (Vaucluse), 900 m; 19. Sault (Vaucluse), 800 m; 20. Ginasservis (Var), 350-400 m; 21. Toulon (Var); 22. Hyères (Var); 23. Saint-Sauveur-sur-Tinée (Alpes-Maritimes), 500-600 m; 24. Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes), 1 000-1 100 m; 25. Escragnolles (Alpes-Maritimes), 1 000 m; 26. Plateau de Caussols (Alpes-Maritimes), 800 m; 27. Menton (Alpes-Maritimes); 28. Antibes (Alpes-Maritimes); 29. Forêt de Valdo Niello-Popaja (Corse), 1 100 m; 30. Col de Sorba (Corse), 1 300 m; 31. Forêt de Vizzavonna (Corse), 800-1 100 m.

une grande partie de leur évolution embryonnaire. Le parasite peut même se développer dans les œufs ovariens de l'hôte obtenus par dissections de femelles vierges à l'éclosion ou même prélevés avant la mue imaginale.

Deux générations peuvent se succéder dans la nature. La première terminant son évolution avant les éclosions des chenilles de *T. pityocampa* tandis que les larves mûres de deuxième génération entrent en diapause et hivernent à ce stade jusqu'au printemps suivant. Au laboratoire, on peut obtenir plusieurs générations successives et, lorsque la diapause intervient, elle peut s'éliminer sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une période de froid.

Le rôle protecteur des écailles recouvrant les œufs de l'hôte est particulièrement net dans le cas de *Ooencyrtus*. Si on offre au laboratoire une ponte partiellement dépouillée de ses écailles à un lot d'adultes du parasite, on observe que ces derniers ne déposent leurs œufs que dans la partie qui a été préalablement dépouillée.

Il ne peut se développer dans chaque œuf de l'hôte qu'une seule larve du parasite.

Dans les conditions naturelles, il semble bien que l'apparition des adultes de *Ooencyrtus* au printemps se fasse longtemps avant la période où les adultes de *T. pityocampa* commencent à déposer leurs œufs, ce qui pourrait expliquer en partie, la faible efficacité du parasite.

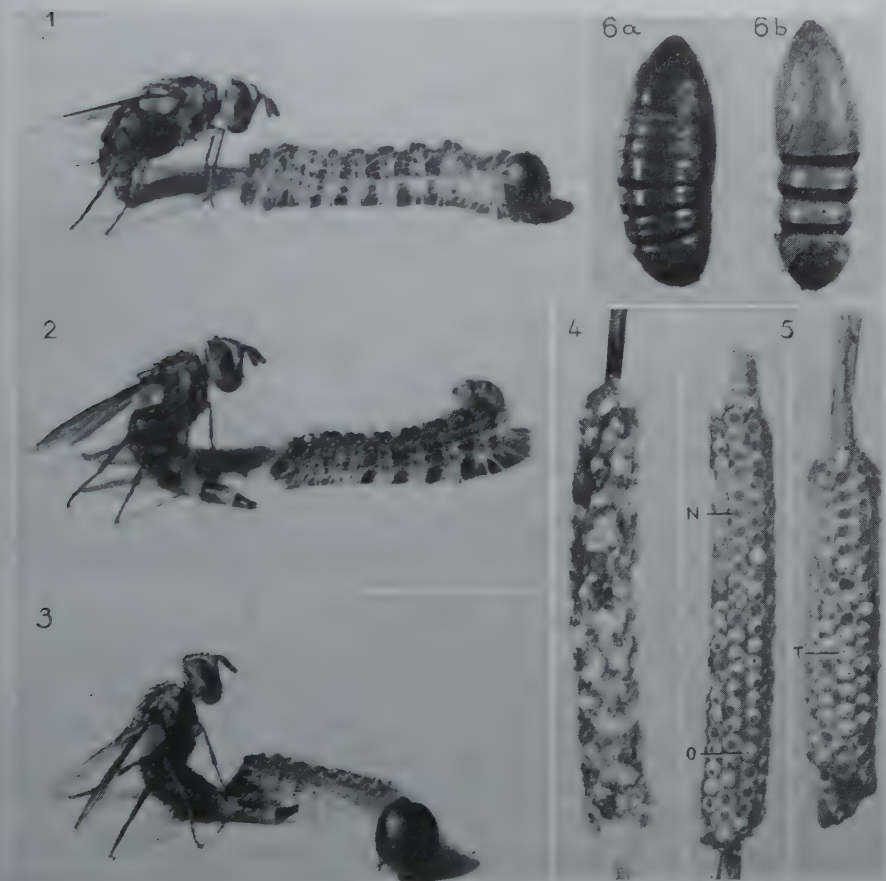
B. PARASITES DES CHENILLES ET DES CHRYSALIDES.

Le parasitisme par les Ichneumonides est relativement peu important; *Anomalon latro* qui est l'espèce la plus couramment citée, a été rencontrée en France et en Espagne, mais son action s'est toujours montrée faible dans nos échantillonnages. *Ichneumon rudis* a été rencontré à la fois en Yougoslavie et en France, dans plusieurs localités, mais toujours en petit nombre.

Le rôle des Ptéromalides parasites des chrysalides est certainement réduit dans la plupart des cas du fait de la nymphose hypogée.

Parmi les Tachinaires, l'espèce la plus importante dans nos échantillonnages a toujours été *Phryxæ caudata* (BILIOTTI, 1956 a) dont nous avons exposé la biologie dans un travail précédent. Le taux de parasitisme réalisé par cette espèce s'est cependant avéré insuffisant dans l'ensemble des cas que nous avons examinés. La synchronisation des cycles de l'hôte et du parasite, assurée par des mécanismes physiologiques (BILIOTTI, 1955 a), ne semble pas suffisamment parfaite dans tous les cas; le succès de la deuxième génération du parasite est compromis par des difficultés de « coïncidence » (ce terme étant employé dans le sens de THALENHORST, 1950). De plus les pupes sont soumises à l'attaque de parasites secondaires qui réduisent considérablement les populations de *Phryxæ*.

Compsilura concinnata est fréquemment rencontrée et le plus souvent en petit nombre dans nos échantillonnages. D'après ANDROIC, elle joue un rôle plus important en Yougoslavie où cet auteur n'a pas rencontré *P. caudata*. *C. concinnata* est une espèce extrêmement polyphage et polyvoltine; la Processionnaire du Pin intervient comme hôte d'hiver pour les adultes de la dernière génération automnale. Les larves endoparasites abandonnent leur hôte à peu près au même moment que les larves de *Phryxæ*. Les chenilles du cinquième stade peuvent également être attaquées, dans ce cas la pupaison de la larve mûre



1, 2 et 3, phases successives du dépôt de l'œuf par *P. caudata*; 4, ponte de *T. pityocampa* recouverte de ses écailles; 5, pontes débarrassées de leurs écailles, montrant les œufs normalement éclos (N); des œufs parasités par *Trichogramma* (T); des œufs parasités par *Ooencyrtus* (O); 6 a, chrysalide saine de *T. pityocampa*; 6 b, chrysalide parasitée par *Anomalus latro* avant la sortie du parasite (noter l'aspect distendu).

du parasite qui sort de la chrysalide, a lieu dans le sol en dehors du cocon.

Ctenophorocera pavida ne paraît pas avoir été signalée jusqu'à présent sur Processionnaire du Pin. Nous ne l'avons rencontrée que dans une seule localité : Forêt de Valdo Niello en Corse. C'est une espèce polyphage à œufs microtypes dont la période d'activité ne correspond pas à celle où les chenilles de *T. pityocampa* sont actives. La présence de ce parasite dans notre prélèvement de Valdo Niello peut s'expliquer par le fait que l'évolution des Processionnaires du Pin dans cette région se poursuit jusqu'à la deuxième quinzaine de mai, date à laquelle les *C. pavida* sont actives, alors que, dans la plupart des autres localités, les sorties printanières des adultes de la Tachinaire sont postérieures à l'enfouissement des chenilles de Processionnaires.

Pour les autres Tachinaires qui ont été citées par BAER, comme parasites de *T. pityocampa*, la question mériterait d'être examinée à nouveau. Disons cependant que *Tricholyga grandis* et *Lydella lepida* ont été obtenues d'élevages en Italie par CECCONI (1924), notamment en Toscane, mais nous n'avons pas retrouvé ces espèces dans nos prélèvements.

La *Sarcophagidae*, *Sarcophaga haemorrhoidalis* a été rencontrée en Yougoslavie par ANDROIC.

En ce qui concerne les *Bombyliidae*, nous avons trouvé plusieurs fois des traces de leur action lors de sondages de recherches de chrysalides en plusieurs points de la côte Atlantique, mais nous n'avons obtenu qu'une seule fois un adulte d'*Anthrax hottentotus* à partir de colonies récoltées dans les Alpes-Maritimes. D'après ANDROIC, cette espèce ainsi que *T. velutinus* joueraient un rôle très important dans la réduction des populations de *T. pityocampa* en Yougoslavie.

C. PARASITES SECONDAIRES.

Leur rôle est surtout important vis-à-vis des Tachinaires. Les pupes de *P. caudata* en particulier, sont très vulnérables dans le lacis soyeux du nid de l'hôte. Ceci est encore aggravé par le fait que l'on trouve pendant l'hiver des parasites secondaires (notamment *Dibrachys cavus*) installés à l'intérieur des nids de chenilles avant que les larves mûres de Tachinaires quittent les chenilles. Dans ces conditions, les premières pupes de *Phryxæ* qui sont formées en fin d'hiver sont détruites dans une grande proportion. Or, nous avons vu que ce sont les adultes les premiers apparus qui joueraient le rôle le plus important pour le succès de la 2^e génération de *P. caudata*.

Le tableau II résume des observations effectuées en mars 1956 à Saint-Girons-sur-Mer et donne une idée de l'importance et de la répartition du parasitisme secondaire dans les nids récoltés sur un même arbre dans une zone à son maximum d'infestation.

D. cavus est un parasite grégaire, tandis qu'il ne se développe qu'un seul individu d'*Habrocytus eucerus* par pupes parasitée.

TABLEAU N° II

Parasitisme des pupes de *Phryxe caudata* ROND. (Saint-Girons 1956).

NUMÉRO DU NID	ARBRE N° 1		ARBRE N° 2	
	Nombre total de pupes	Nombre de pu- pes parasitées	Nombre total de pupes	Nombre de pu- pes parasitées
1	5	1	37	29
2	7	4	28	12
3	18	13	9	1
4	8	6	0	0
5	12	7	0	0
6	10	2	0	0
7	14	4	6	2
8	1	0	11	3
9	4	1	38	24
10	30	24	14	13
11	1	1	20	7
12	7	4	0	0
13	17	1	0	0
14	7	0	0	0
15	3	0	2	1
16	5	2		
17	1	0		
18	14	0		
19	12	0		
20	7	1		
Total	183	71	165	92

D. PRÉDATEURS.

Parmi les prédateurs, il conviendrait d'examiner avec plus de précision le rôle des Oiseaux, notamment du Coucou qui a été fréquemment cité comme destructeur de chenilles, et des Mésanges qui auraient, d'après un certain nombre d'auteurs (RORIG in BOUCHER, 1955), une activité prédatrice sur les pontes. Jusqu'à présent, nos observations ne nous ont pas permis de contrôler l'action des Oiseaux.

On a fréquemment évoqué le rôle de *Formica rufa* qui a fait l'objet d'essais pratiques de lutte biologique, contre la Processionnaire du Pin, en Italie par PAVAN (1951) et contre d'autres espèces de ravageurs forestiers, en Allemagne, à la suite des travaux de GÖSSWALD (1951-1952). Nous n'avons pas, de notre côté, d'indications précises sur l'activité de cette espèce, par contre, nous avons pu souvent constater une intense activité prédatrice de *Crematogaster scutellaris*

et *L. Leptothorax recedens* sur les papillons au moment de leur éclosion dans des lots d'enfouissement expérimentaux. Des phénomènes analogues pourraient se produire dans la nature au moins dans certaines conditions.

Le cas de *Xanthandrus comtus* mérite une attention particulière, les larves de ce Syrphide sont polyphages et ont été signalées en particulier comme prédatrices de *Prays oleellus* F. *Prays citri* MILL., *Hastula hyperana* MILL., etc.; nous les avons personnellement observées attaquant *Pieris brassicae* L. dans le Var, *Hyponomeuta malinellus* ZELL dans les Basses-Alpes et *T. pityocampa*, principalement dans le Var. C'est d'ailleurs dans la région d'Hyères qu'avaient été faites les premières observations portant sur l'attaque de Processionnaires du Pin par ce prédateur (SMITH 1936). Des destructions très importantes de jeunes colonies de Processionnaires peuvent résulter localement de l'action de *X. comtus*.

Nous n'exposerons pas ici le rôle limitateur des différentes maladies de *T. pityocampa* dont l'importance a déjà retenu notre attention, notamment en ce qui concerne l'interaction entre les agents pathogènes et les entomophages (BILIOTTI, 1955 b - 1956 b).

Conclusion : Possibilités de lutte biologique.

Quelles sont les conclusions que nous pouvons tirer de ce rapide exposé sur nos connaissances actuelles des ennemis naturels de *T. pityocampa*?

— Tout d'abord, nous ne pouvons pas considérer que l'inventaire détaillé des entomophages associés à la Processionnaire du Pin soit définitif et complet. Il est probable qu'un certain nombre d'espèces polyphages peuvent jouer çà et là un rôle épisodique, mais que nous ne devons pas négliger. De plus il serait bon de régler de façon définitive le cas des espèces signalées dans des travaux anciens et que nous n'avons pas rencontrées de nouveau. Tout cela ne peut être réalisé qu'en poursuivant des échantillonnages nombreux dans toute l'aire de répartition de l'espèce et dans des biotopes variés.

— D'autre part, nos connaissances sur la biologie des principales espèces parasites sont encore insuffisantes. Nous ne pourrions avoir une idée précise du rôle joué par les entomophages que lorsque nous connaîtrons exactement leurs exigences biologiques et écologiques.

— En fonction d'une connaissance plus précise de la biologie des parasites et des prédateurs, il sera possible d'envisager un renforcement de l'action des auxiliaires indigènes dans leur habitat normal. Précisons tout de suite que des mesures de destructions sélectives de

l'hôte permettant la survie du parasite (*) comme celles qui ont été décrites par WILKINSON (1926) dans le cas de l'espèce voisine *T. wilkinsoni*, ou comme celles qui ont été appliquées en différents points et notamment en Italie (PEPE, 1951, etc.), ne sont pas susceptibles d'apporter des améliorations suffisantes. En effet pour que des espèces comme *P. caudata* ou *O. pityocampae* assurent leur rôle au maximum, il faudrait obtenir une meilleure coïncidence entre la présence des femelles pondeuses du parasite et les stades réceptifs de l'hôte au moins pour certaines générations.

En puisant dans les espèces déjà bien connues, il serait également possible de procéder à des introductions limitées dans des zones où certaines de ces espèces ne se manifestent pas. Il serait par exemple intéressant d'acclimater *P. caudata* en Yougoslavie s'il se confirme que cette espèce n'y est pas présente actuellement.

— En ce qui concerne le rôle des prédateurs non spécifiques, notamment *F. rufa*, nous estimons nécessaire que soit entreprise une étude tenant compte de l'influence de ces espèces sur l'ensemble du milieu vivant des biocénoses à Processionnaires du Pin.

— Enfin, la prospection systématique des ennemis naturels d'autres défoliateurs forestiers dans des régions variées du globe, peut mettre à notre disposition une grande variété d'entomophages susceptibles de s'adapter à la Processionnaire du Pin et de faire l'objet d'introductions intéressantes. Ce que nous savons des modalités de la spécificité parasitaire, chez les Tachinaires notamment (BILIOTTI, 1956 c) nous incite à ne pas limiter ces prospections aux seules espèces voisines systématiquement, de *T. pityocampa*.

— Nous ne développerons pas ici la question de l'utilisation des maladies comme méthode de Lutte Biologique contre la Processionnaire du Pin, mais nous rappellerons que de très importants résultats ont déjà été acquis dans ce domaine et que les incidences biocénotiques des interventions par voie pathologique ne seront pas négligées.

SUMMARY

The author gives a general account of the parasites and predators of *Thaumetopoea pityocampa* already known.

From a personal inquiry in 31 localities in France he obtained 4 egg-parasites, 8 larval and nymphal parasites, 2 secondary parasites and 3 predators.

The principal features of the biology of the most important species are given and the ability of each of them as a biological control agent is discussed.

In his conclusions, the author states that :

— Detailed and complete list of entomophagous enemies of *T. pityocampa* is not closed.

(*) Ces mesures consistent essentiellement en des ramassages de nids en fin d'évolution qui sont placés dans des dispositifs permettant la sortie ultérieure des parasites en empêchant celle des papillons.

- Our knowledge on the biology of the main parasite species is incomplete.
- Biological control measures based on the use of indigenous natural enemies are not to be limited to a mere protection of such species but must tend to ensure a better time-coincidence between host and parasite.
- Introduction of entomophagous insects may prove possible and useful after a thorough survey of the natural enemies of other forest defoliators in different parts of the world; this survey must not be limited to species exhibiting close taxonomical relations with *T. pityocampa*.

BIBLIOGRAPHIE

- AGENJO, E. — 1941. Monografia de la familia *Thaumetopoeidae*. — *Eos*, **15**, 69-130.
- ANDROIC, M. — 1956. Contribution à l'étude de *Cnethocampa pityocampa* SCHIFF. — *Rev. Path. vég. et Ent. agric. Fr.*, **35**, 250-261.
- BAER, W. — 1920-1921. Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. — *Zeit. f. ang. Ent.*, **6**, 185-246; **7**, 9-163, 3497-428.
- BALACHOWSKY, A. S. — 1941. La faune des insectes de nos forêts et ses rapports avec les grands problèmes forestiers. — *Ligue Nat. lutte contre les Ennemis des Cultures*, Paris, 20 mars 1941.
- BILIOTTI, E. — 1955 a. Vie endoparasitaire et diapause chez *Phryxe secunda* BB. — *C. R. Ac. Sci.*, **240**, 915-916.
- BILIOTTI, E. — 1955 b. Survie des larves endophages de Tachinaires à une mort prématurée de leur hôte par maladie. — *C. R. Ac. Sci.*, **240**, 1021-1023.
- BILIOTTI, E. — 1956 a. Biologie de *Phryxe caudata* ROND. (Dipt. *Larvaevoridae*) parasite de la chenille Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.) — *Rev. Path. vég. et Ent. agr. Fr.*, **35**, 50-65.
- BILIOTTI, E. — 1956 b. Entomophages et maladies des Insectes. — *Entomophaga*, **1**, 45-53.
- BILIOTTI, E. — 1956 c. Éléments de la spécificité parasitaire chez les Tachinaires. — 10^e Congrès Internat. Entomologie, Montréal (sous presse).
- BOUCHER, — 1955. Le refuge expérimental d'Oiseaux de Saint-Brévin. — *Phytoma*, **70**, 10-15.
- CECCONI, G. — 1924. Manuale di Entomologia forestale — *Padova*, 677 pp.
- GÖSSWALD, K. — 1951. Anlage einer Station zur Massenzucht von Königinnen der kleinen Roten Waldameise. — *Zeit. f. ang. Ent.*, **33**, 77-104.
- GÖSSWALD, K. — 1952. Ueber die oekologische Bereinigung von Schädlingssplagen im Walde mit Hilfe der Roten Waldameise. — *Die Naturwissenschaften*, **39** (5), 97-99.
- MERCET, R. G. — 1925. Parasitos de la Processionaria del Pino. — *Rev. Fitopat.*, II-III, 51-55.
- PAVAN, M. — 1951. Primi risultati di un esperimento pratico di lotta biologica con *Formica rufa* L. contro Processionaria del Pino (*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.). — *Atti della Soc. Ital. di Sci. Nat.*, **90**, 1-12, 1951.
- PEPE, G. — 1951. La Processionaria del Pino. — *Monti e boschi*, **2**, 51-58.
- SMITH, H. D. — 1936. Le Syrphide *Xanthandrus comtus* HARRIS, prédateur de la chenille Processionnaire du Pin (*Cnethocampa pinivora* TR.). — *Bull. Soc. Ent. Fr.*, **41**, 328-329.
- THALENHORST, W. — 1950. Die Koinzidens als gradologisches Problem Eine synökologische Studie. — *Zeit. f. ang. Ent.*, **32**, 1-48.
- THOMPSON, W. R. — 1947. A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Sect. 1 Pt. 9. — Belleville Ont., Canada.
- WILKINSON, D. S. — 1926. The cyprus Processionary Caterpillar (*Thaumetopoea wilkinsoni* TAMS.). — *Bull. Ent. Res.*, **26**, 163-182.

(I.N.R.A., Station de Zoologie agricole et de lutte biologique, Antibes).

VIROSE INTESTINALE CHEZ LA PROCESSIONNAIRE DU PIN *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF. (LEPIDOPTERA)

PAR

C. VAGO

Afin de diminuer les graves dégâts dus aux « gradations » de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., un effort considérable a été entrepris en vue d'organiser une lutte biologique contre cet insecte (3). Dans cette perspective nous avons recherché d'éventuelles viroses dans un grand nombre de lots de larves de *Thaumetopoea* de provenances diverses.

Dès 1953, nous avons caractérisé (4) une virose à polyèdres à localisation intranucléaire montrant une affinité vis-à-vis des tissus adipeux et épidermiques.

Dans des échantillons plus récents, nous avons observé également à côté de lésions intranucléaires, une hypertrophie de l'épithélium intestinal avec accumulation de corps d'inclusion pseudocristallins dans le cytoplasme. Souvent d'ailleurs, seules les lésions intestinales étaient présentes sans aucune altération des autres tissus. A partir de ces derniers cas, nous avons reconnu un deuxième type de virose.

Sans aucune extériorisation ni perte de vigueur des chenilles, l'affection commence par l'hypertrophie du cytoplasme de l'épithélium du mésintestin postérieur. Dans ce cytoplasme apparaissent quelques inclusions pseudocristallines dont le nombre augmente progressivement (fig. 1). A ce stade précoce, seule l'histologie peut révéler la présence de la maladie.

Par la suite, le cytoplasme des cellules du tissu de l'intestin moyen se remplit de polyèdres, à tel point que ces corps peuvent dissimuler entièrement le noyau (fig. 2).

Enfin, à un stade avancé, l'épithélium intestinal se désagrège au fur et à mesure que les cellules se chargent de polyèdres (fig. 3). Les larves présentent alors une diminution de turgescence.

L'un des signes particuliers consiste dans le changement d'aspect du tube digestif : l'intestin moyen prend une teinte blanche nettement

différente de l'aspect habituel du tube digestif sain, la paroi intestinale hypertrophiée se ramollit, se déchire facilement en libérant un liquide laiteux.

Les corps d'inclusion sont polyédriques et leur diamètre, d'ailleurs extrêmement variable, est inférieur à celui observé dans les polyédries intranucléaires ($0,5 \mu$ à 4μ). Leur contour se dessine faiblement avec les colorants basiques et ils ne prennent pas l'hématoxyline ferrique.

Les dimensions des polyèdres semblent être déterminées par un facteur cellulaire intrinsèque. En effet, sur coupes histologiques aussi bien que sur étalement des cellules intestinales, on peut observer côte à côte des cellules dont l'une ne contient que des polyèdres mesurant plus de 3μ et dont l'autre est remplie de corps d'inclusion ne dépassant pas 1μ .

La localisation des lésions et l'aspect caractéristique du tube digestif atteint nous ont incité à ne pas suivre la technique habituelle de purification des polyèdres. En effet, après fermentation des insectes entiers, les polyèdres cytoplasmiques sont difficiles à purifier et la suspension chargée de poils urticants est extrêmement désagréable à manipuler. Par contre, grâce à la dissection sommaire des larves des quatrième et cinquième âges, consistant en une simple entaille ventrale, on peut saisir l'intestin moyen en entier et le déposer dans l'eau où les polyèdres se libèrent des parois intestinales en voie de désagrégation.

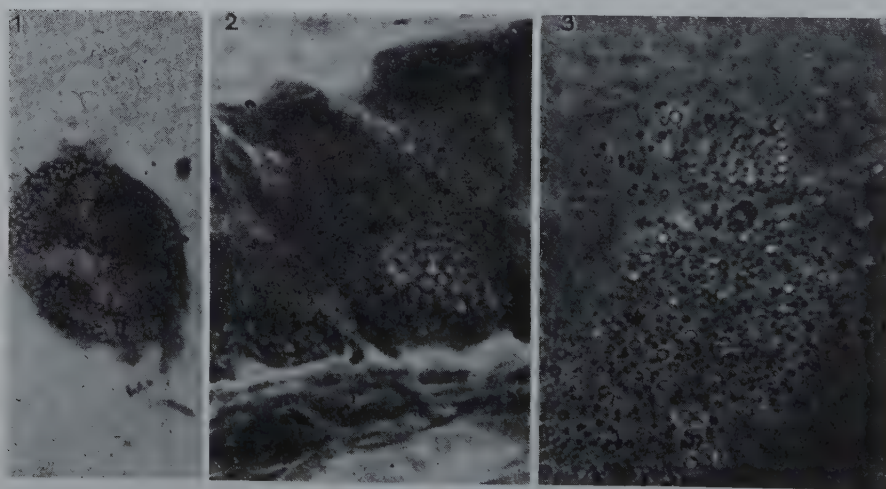


FIG. 1 : Cellule intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* au début de l'infection virale.

FIG. 2 : Accumulation des corps d'inclusion cytoplasmiques dans le tissu épithélial de l'intestin moyen.

FIG. 3 : Désagrégation des cellules intestinales au dernier stade de l'affection.
Contraste de phase 1 : 760

gation. Cette technique peut être employée avantageusement pour l'obtention d'une quantité importante de polyèdres car on récupère ainsi la totalité des corps d'inclusion de la larve, ces derniers étant concentrés dans l'intestin.

Les corps d'inclusion purifiés ont été examinés au microscope électronique en vue de suivre la libération des virus. La caractérisation de ceux-ci sera publiée également, mais déjà les propriétés histologiques et cytologiques décrites plus haut permettent de classer cette affection dans le groupe des polyédries à *Smithiavirus* (1).

La virose a été reproduite par injection de corps d'inclusion purifiés à des larves de troisième âge. *T. pityocampa* est également réceptive à l'infection « per os ». A 18 °C, la maladie apparaît 9 à 11 jours environ après le repas infectant préparé avec une suspension de 100 000 polyèdres par centimètre cube. Notons que le comptage des polyèdres est plus difficile et moins précis que chez les types intranucléaires à cause de la grande variété de taille des polyèdres signalée plus haut.

Les infections mixtes avec polyédrie intranucléaire étant fréquentes dans la nature, il arrive que les polyèdres extraits après broyage des chenilles reproduisent « per os » simultanément les deux affections. Cependant, le type cytoplasmique semble être le plus dynamique car c'est lui qui se développe le plus facilement et au bout de plusieurs passages (toujours avec broyat de larves entières) il arrive à être dominant. Cette observation se confirme par la grande fréquence avec laquelle cette maladie est retrouvée dans la nature par rapport au type intranucléaire et elle pourra être prise en considération dans les travaux de lutte biologique (2).

BIBLIOGRAPHIE

1. BERGOLD, G. H. — 1953. On the nomenclature and classification of Insect Viruses. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **56**, 499.
2. BILIOTTI, E., P. GRISON & C. VAGO. — 1956. Essai d'utilisation des polyèdres isolés de la Processionnaire du Pin, comme méthode de lutte biologique contre cet insecte. — *C. R. Acad. Sci.*, **243**, 206-208.
3. GRISON, P. & C. VAGO. — 1953. La régulation des infections de chenilles processionnaires du pin par les maladies à virus. — *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **39**, 485-487.
4. VAGO, C. — 1953. Polyédrie de *Thaumetopoea pityocampa*. — *Ann. Epiphyties* (3), 319-000.

(Institut National de la Recherche Agronomique,
Laboratoire de Cytopathologie Alès.)

A NEW EGG-PARASITE OF GIPSY MOTH *LYMANTRIA DISPAR* (L.)

BY

LUBOMÍR MASNER

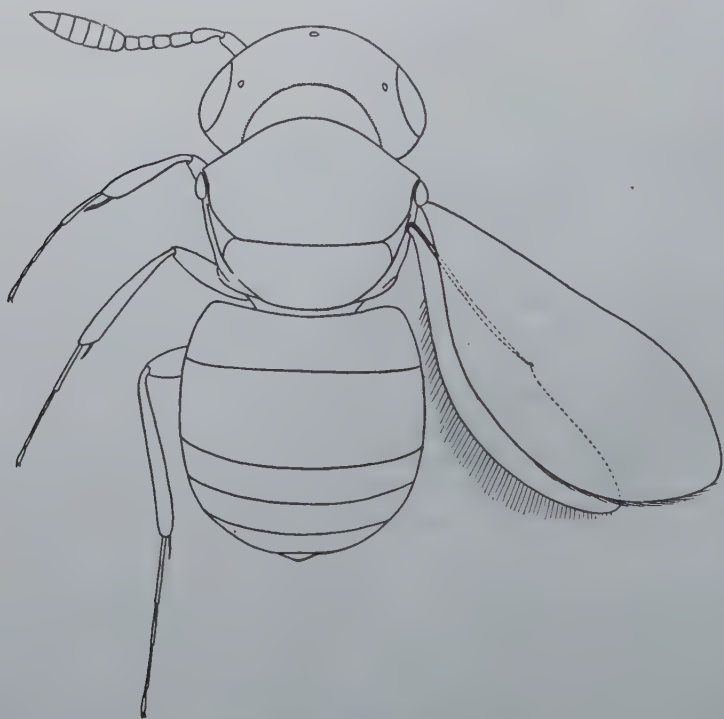
Different species of the genus *Hadronotus* FOERST. (*Hym. Scelionidae, Scelioninae*) are well known as economically important egg-parasites of various bugs (*Heteroptera*) and butterflies (*Lepidoptera*). Some of them attack dangerous pests as e.g. *Lymantria dispar* (L.). From this host, the species *Hadronotus howardi* MOKR. et OGL. were bred in Crimea and neighbouring districts of U.S.S.R. MOKRZECKI (1931) quotes *Hadronotus howardi* MOKR. & OGL. to be an important parasite of gipsy moth in Crimea, infesting 75-85 % of gipsy moth's eggs. HOWARD & FISKE (1911) mention this species (at that time known as *Telenomus* sp.) as one to be introduced in U.S.A. against gipsy moth. MEYER (1929) quotes this parasite in his list of parasites, bred from dangerous insects in Russia. From *Lymantria dispar* (L.) also a Telenomine — *Telenomus phalaenarum* NEES — was reared (THOMPSON, 1946).

By courtesy of my friend ing. Mr. ČAPEK (Research Institute of Forest Economy, Banská Štiavnica), I have obtained material consisting of 5 females of a new *Hadronotus* — species, reared from eggs of *Lymantria dispar* (L.) in East-Slovakia. This is already the third known Scelionide, parasiting in eggs of gipsy moth. Owing to the fact that only the above mentioned 5 females were obtained from several thousand of gipsy moth-eggs, it seems this species will be rather rare. Nevertheless, it could be perhaps possible — at least for the future — to introduce this species in the biological fighting against such dangerous pest as *Lymantria dispar* (L.).

Hadronotus lymantriae n.sp.

FEMALE. — Black, somewhat shining. All three pairs of legs reddishyellow, excepting coxae. Radicula black, scapus red, in the distal part somewhat darker. Flagellum dark-brown to black; pedicellus somewhat paler. Mandibels dark red. Wings quite hyaline, without any darkness.

Head nearly semi-globular in shape, wider than long (16 : 8), regularly and finely coriaceous (colour of grey steel), shining, covered with minute hairs. Cheeks finely striated. Frons beneath the antennal insertion with a shallow impression; its margin not sharply carinated. Mandibels with two strong teeth. Ocelli situated in a low triangle; the lateral ocell distant from the eye-margin by the length of its own diameter and very far from the central one. Eyes bare. Vertex without carina, rounded, not elevated; occiput margined by a crenulated semi-circular line posteriorly.



Hadronotus lymantriae n. sp.

Scapus oblong (7 : 1), pedicellus slightly oblong (2.5 : 1), thicker posteriorly, the 3rd joint inconspicuously oblong (1.5 : 1), 4th joint cubic (1 : 1), 5th slightly transverse (0.75 : 1), 6th still shorter (0.70 : 1). Six following joints forming an indistinctly separated club. The 7th and 8th joint rather short and distinctly transverse; 9th-11th joint nearly cubic or slightly transverse; 12th joint oblong, pointed.

Thorax slightly gibose above, mesoscutum as wide as head (16 : 16), wider than long (16 : 8), shining, with the same sculpture as on the head, i.e. regularly and finely coriaceous. Scutellum large, broadly

rounded, covering metanotum as well as propodeum. Its sculpture corresponds with that of the head and mesoscutum.

Wings hyaline, exceeding abdomen. Fore-wings quite veinless, only an inconspicuous short trace of subcosta slightly visible at the base. Hind-margin toward apex with rather long, dark fringe-hairs, closely attached to the wing-margin, forming here a very narrow dark stripe. Hind-wing with conspicuous subcostal vein, reaching the fore-margin beyond the basal half of the wing's length. Three frenal hooks present. Hind-margin with rather long erected whitish fringe-hairs.

Legs slender and rather thin (see fig. 1).

Abdomen robust, oval, somewhat wider than long (18:16). First tergite strongly transverse, with longitudinal keels, second tergite the largest, roughly net-like sculptured, nearly without striation at the base; its posterior part with somewhat finer net-like sculpture. Third tergite with fine net-like sculpture gradually inconspicuous posteriorly. Fourth tergite shows the same sculpture as the third. Apex of abdomen with two pairs of unequally long bristles; the inner ones being shorter, the exterior very long.

Length. — 1.169 mm

Holotype. — 1 ♀, Cat. No. 3106 — deposited in collections of the Entomological Department of the National Museum of Praha (coll. L. MASNER).

Paratypes. — 3 ♀♀, deposited along with the holotype
1 ♀, deposited in collections of Commonwealth Institute of Entomology (British Museum), London.

MALE. — Unknown.

HOST. — *Lymantria dispar* (L.) — eggs.

BIONOMY. — Solitary entoparasite.

LOCALITY. — Beluža (Slov. merid.), 25. III. 1955, ing. Čapek lgt.

With respect to the general habitus, *H. lymantriae* n.sp. seems to be closely related to *H. howardi* MORK. et OGL., differing from it chiefly by having the wings fully veinless and eyes bare. Through the veinless wings it reminds *H. bernardi* MANEV. (parasite of eggs of *Mantis religiosa* L. in France) as well as Egyptian *Eremioscelio cydnoides* PRIESN. (bionomy unknown). These two species are distinguished from *H. lymantriae* n.sp. chiefly (apart from other characters) by having the vertex sharply carinated. It is necessary to notice that *H. bernardi* MANEV. represents a nomen nudum only; this species, however, was figured in GRASSÉ (1951, p. 968, fig. 897), but never described.

Hadronotus lymantriae n.sp. differs from all other *Hadronotus*-species by veinless, but simultaneously well developed wings.

The following key is destined for a quick determination of Scelio-nide egg-parasites, reared up to now from eggs of gipsy moth, *Lymantria dispar* (L.).

1. Abdomen aside with blunt lateral edge only; head smooth and polished. Female's antennae 11 jointed *Telenomus phalaenarum* NEES
- Abdomen aside with sharp lateral edge; head roughly sculptured. Female's antennae 12 jointed *Hadronotus*-species 2
2. Fore-wing with well developed veins /i.e. Sc, marginalis, radialis and postmarginalis. Eyes finely pilose *Hadronotus howardi* MOKR. et OGL.
- Fore-wing fully veinless, only a slight trace of Sc indicated on the base. Eyes bare *Hadronotus lymantriae* n. sp.

Phylogenetical position of *Hadronotus lymantriae* n.sp.

The species of *Hadronotus* FOERST. form a relatively polymorphous but yet monophyletic group. We can find among them both somewhat elongated and nearly rounded types. The same opinion has been suggested by OGLOBLIN (1931). Already KIEFFER (1917) divided *Hadronotus* FOERST. in two subgenera, namely *Hadronotus* s.str. and *Hadronotellus* KIEFF. This separation was based on differences shown mainly in palpi and two types of eyes — bare or pubescent. Some authors have taken up a sceptic standpoint towards this conception (e.g. MUESEBECK et WALKLEY 1951, 1956), considering both subgenera as synonymes. The author supposes — in conformity with MUESEBECK — that KIEFFER's subgenera can be hardly justified. *Hadronotus* s.str. and *Hadronotellus* KIEFF. — as they were originally proposed and delimited — do not represent phylogenetically homogeneous groups. The pilosity of eyes cannot be here successfully used as a subgeneric character, because there are various types of it with indistinct transitions. So e.g. in *H. howardi* MOKR. et OGL. the eyes are covered with minute hairs only, which can be easily overlooked. In some species we cannot seriously decide if the piles are present or if the whole eye is bare. On the other hand, such species as *H. laticeps* KIEFF. show a distinct hairy eyes. The different number of palpi, however, is an important characteristic, but, on the other hand, it can only with difficulty be used in determination. ASHMEAD's dates (1893) concerning the number of maxillary palpi of various nearctic species seem to be doubtful. In this respect the author agrees with OGLOBLIN (1931). Nevertheless, we can distinguish within *Hadronotus* FOERST. several natural groups of species ("Artengruppen" of German authors), forming among itself inconspicuous transitions. The first group would be represented by *H. laticeps* KIEFF. and related species, showing considerably rough and matt (dull) sculpture of body, the eyes distinctly pilose and vertex not carinated, i.e. passing over to occiput without any sharp edge. Another group (*H. bernardi* MANEV., etc.) contains types with silvery shade of shining (colour of

grey steel), bare eyes (or inconspicuously pilose) and rather short and transverse head, bearing a distinct sharp carina in vertexial region. Scutellum in these types is often remarkably developed, overlapping the narrow metanotum and, sometimes, propodeum, too. *Hadronotus lymantriae* n.sp. should be placed on the boundary between both mentioned groups of species. In shape of head, especially the rounded (not carinated) vertex, represents a typical character of species belonging to the first group. On the other hand, its sculpture as well as general habitus recalls rather the relations of the second group. *H. lymantriae* n.sp. proves again the impossibility to divide the genus *Hadronotus* FOERST. into independent subgenera (see also NIXON, 1934). The author is inclined to consider as acceptable to hold *Hadronotus* FOERST. as one comprehensive genus, without creating any lower categories in it.

From the phylogenetical point of view *H. lymantriae* n.sp. seems to be an important evolutionary type. It shows the inner progressive morphological tendencies of *Hadronotus* FOERST. A remarkable disappearing of venation may be observed in phylogenetically highly derivated species: *H. micropterus* KIEFF., *H. pedester* (KIEFF.). With this process the reduction of the wings — taken as a whole — is simultaneously progressing. The author was able to gather during several years a considerable number of *Hadronotus*-specimens (till now undescribed species) and to arrange a continuous line of species showing several degrees of wing-reduction. Simultaneously, the disappearing of veins was also observed. With respect to these facts, it seems that the species of the group with carinated vertex show a strong tendency both to the reduction of wings and the disappearing of wing-venation. This tendency is somewhat less distinct already with the group characterized by a rounded vertex. Nevertheless, such types, originating (arising) from both groups, represent the most derivated types in *Hadronotus* FOERST., and show the possible way of origin of some derivated genera of *Hadronotus*-complex. In this connection two such genera, namely *Encyrtoscelio* DODD and *Eremioscelio* PRIESNER should be mentioned. While *Encyrtoscelio* DODD is a wonderful and remarkable type, *Eremioscelio* PRIESNER seems (with respect to facts said above) to belong rather in *Hadronotus* FOERST., namely in its second group, characterized by short head and carinated vertex.

SUMMARY

Species of *Scelionidae*, parasiting in eggs of *Lymantria dispar* (L.) are mentioned and the results of use of these parasites are added. A new egg-parasite of gipsy moth — *Hadronotus lymantriae* n.sp. — is described. A key to *Scelionid* egg-parasites living in *Lymantria dispar* (L.) is given. Attention is drawn to the fact that *H. bernardi* MANEV. is a nomen nudum. Finally, the author discusses the phylogenetical and taxonomical internal relations in *Hadronotus* FOERST.

RÉSUMÉ

L'auteur mentionne les différentes espèces de Scélionides parasites des œufs de *Lymantria dispar* (L.) et rappelle les résultats obtenus par l'utilisation de ces parasites. Un nouveau parasite des œufs de ce Bombyx, *Hadronotus lymantriae* n. sp., est décrit. Il est montré en outre que *H. bernardi* MANEV. doit être considéré *nomen nudum*. Enfin l'auteur discute les relations phylogéniques et taxonomiques des espèces du genre *Hadronotus* FOERST.

REFERENCES

- ASHMEAD, W. H. — 1893. Monograph of the North-American *Proctotrypidae*. — *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 45, 229-230.
- BERNARD, F. in GRASSÉ, P. P. — 1951. Traité de Zoologie, T. 10 (1), 968, fig. 897, Paris.
- DODD, A. P. — 1914. Further new Genera and Species of Australian Proctotrypoidea. — *Roy. Soc. Queensland Proc.*, 26, 119-120.
- FOERSTER, A. — 1856. Hymenopterologische Studien.-v. 2, Aachen.
- GRASSÉ, P. P. — 1951. See BERNARD F.
- HOWARD, L. O. & W. F. FISKE. — 1911. The importation into the United States of the parasites of the gipsy moth and the browntail moth. — *U.S.D.A., Bur. Ent. B.*, 91, 1-312.
- KIEFFER, J. J. — 1926. *Scelionidae*. — *Das Tierreich*, 48 : 453, Berlin et Leipzig.
- KIEFFER, J. J. — 1917. Ueber neue und bekannte Microhymenopteren. — *Ent. Meddel.*, 11, 341-352.
- MEYER, N. F. — 1929. Schlupfwespen die in Russland in den Jahren 1891-1926 aus Schädlingen gezogen sind (Fortsetzung). — *Rep. of applied Entomology V-o IV.*, Nr. 4, p. 240, Leningrad.
- MOKRZECKI, Z. & A. A. OGLOBLIN. — 1931. *Hadronotus howardi* n.sp. (Microhymenopt., *Proctotrupidae*). — *Polske Pismo Entomologiczne*, 10, 1-8.
- MUESEBECK, C. F. W. & L. M. WALKLEY. — 1951. *Hymenoptera* of America north of Mexico. — *U.S. Dept. Agric., Agric. Monograph*, 2, Washington.
- MUESEBECK, C. F. W. & L. M. WALKLEY. — 1956. Type species of the genera and subgenera of parasitic wasps comprising the superfamily *Proctotrupoidea* (Order *Hymenoptera*). — *U.S. Nat. Mus. Proc.*, Washington, 105, 319-419.
- NIXON, G. E. J. — 1934. The african species of *Hadronotus* (*Hymenoptera, Proctotrupoidea*, subfam. *Scelioninae*). — *Ann. Mag. N.H.*, 14, 290-313.
- PICARD, F. — 1924. Description d'un nouveau Proctotrypide du genre *Hadronotus* (*Hym.*). — *Bull. Soc. ent. France*, 107-109.
- THOMPSON, W. R. — 1946. A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Sec. I. Parasite host catalogue. Part 8., Parasites of the *Lepidoptera*. — Belle-ville, 1946.
- WATANABE, CH. — 1951. On five Scelionid egg-parasites of some Pentatomid and Coreid bugs from Shikoku, Japan (*Hymenoptera:Proctotrupoidea*). — *Shikoku Ent. Soc. Trans.*, 2 : 17-26.

(Czechoslovak Academy of Science,
Department of Insect Pathology, Praha).

L'ÉLEVAGE MASSIF ARTIFICIEL DE *CERATITIS* *CAPITATA* WIED.

PAR

M. FÉRON, P. DELANOUE & F. SORIA (*)

La lutte biologique réussit parfois à partir d'introductions numériquement faibles de parasites dont les potentiels d'action et de multiplication se révèlent suffisamment élevés pour conférer rapidement à l'espèce une efficacité satisfaisante. De telles réussites sont spectaculaires, mais plutôt rares, et risquent de donner une idée trop simplifiée des possibilités de la lutte biologique et de l'ampleur des moyens nécessaires. La solution de nombreux problèmes doit en effet être trouvée dans des lâchers massifs et périodiques de parasites, cette périodicité pouvant être imposée par le fait que tel parasite, particulièrement actif pendant une courte période, ne pourrait pas subsister d'une année sur l'autre; ou encore parce que tel parasite verra son potentiel d'action augmenter naturellement de façon insuffisante en regard de la pullulation du ravageur.

Dans l'éventualité d'une introduction, présumée catastrophique, de *Dacus dorsalis* H. (*Dipt. Trypetidae*) en Californie, les chercheurs américains ont envisagé précisément, parmi les méthodes de lutte à employer, la possibilité de lâchers massifs de parasites. Un des points du vaste plan de travail réalisé dans ce but aux îles Hawaï de 1948 à 1951 comportait la recherche d'une méthode d'élevage massif de l'hôte, *D. dorsalis*, les mêmes recherches étant poursuivies également sur *Ceratitis capitata* WIED. et *Dacus cucurbitae* COQ.

L'élevage permanent de *C. capitata*, qui nous intéresse ici, est assez facile à conduire lorsque l'on dispose de fruits convenables. Nous avons nous-mêmes mis au point (FÉRON et SACANTANIS 1955, DELANOUE 1955) une méthode d'élevage sur banane que nous avons

(*) Travail réalisé avec la collaboration technique de Mlle M. BARTHES.

utilisée couramment pendant plusieurs années. Mais une telle méthode présente des inconvénients, qui s'aggravent dès que l'on veut augmenter dans de fortes proportions le rendement de l'élevage.

Parmi ces inconvénients, nous citerons : encombrement du matériel fruit (en cage et en incubateur), non-connaissance du rendement en larves, variations accidentelles de production, manipulations fastidieuses, enfin coût élevé.

La recherche de milieux synthétiques fut essayée avec succès par différents auteurs (MARUCCI et CLANCY 1950, GRISON, FÉRON et SACANTANIS 1950, MAEDA, HAGEN et FINNEY 1952), mais l'emploi pratique de tels milieux se heurtait à leur coût trop élevé.

Ayant rencontré ces mêmes difficultés, les chercheurs américains s'efforcèrent de trouver un milieu d'élevage des larves « suffisamment nutritif, facile à manipuler, stable, peu coûteux et fait de matériaux susceptibles d'être trouvés en Californie pendant toute l'année » (FINNEY 1953). C'est après plusieurs années de recherches que FINNEY et ses collaborateurs aboutirent à la mise au point d'un milieu à base de pulpe de carotte, parfaitement convenable pour l'élevage de *D. dorsalis*, avec un rendement de l'ordre de 60 % (FINNEY 1956), ce rendement indiquant le pourcentage de pupes obtenues à partir d'un certain nombre d'œufs déposés sur le milieu. Le même milieu est indiqué comme assez satisfaisant pour *C. capitata*, avec un rendement de 50 %. Il n'est par contre pas convenable pour *D. cucurbitae*. La composition en est la suivante :

800 cm³ de pulpe de carotte en bouillie

16 g de levure de bière en poudre

1,04 g de Butoben (N-Butylparahydroxybenzoate), anticryptogamique.

15 cm³ 2 N HCl dont le rôle est d'acidifier le milieu pour empêcher les fermentations bactériennes. Le pH obtenu est de 4,5 (*D. dorsalis* comme *C. capitata* supportent un pH de 4).

Un des gros avantages de ce milieu, souligné par FINNEY réside dans ses propriétés physiques particulièrement favorables au développement des larves qui pénètrent facilement sans s'asphyxier et explorent la totalité du milieu.

Cette technique a encore été considérablement améliorée du point de vue pratique en remplaçant la pulpe de carotte fraîche par une pâte obtenue à partir de poudre de carotte, facile à conserver et à stocker (CHRISTENSON, MAEDA et HOLLOWAY 1956).

Les besoins du programme de lutte biologique contre *Ceratitis capitata* et *Dacus oleae* pour le Bassin méditerranéen nous ont conduit

à essayer les techniques américaines pour obtenir un élevage massif de *C. capitata* permettant la multiplication de parasites pouvant jouer un rôle utile contre l'une ou l'autre de ces Trypétides (à défaut d'une méthode d'élevage de *D. oleae* pour laquelle les recherches sont en cours). Il nous fallait adapter la technique américaine en fonction des matériaux dont nous pouvions disposer, et en cherchant des améliorations possibles. Les recherches ont abouti à la méthode que nous exposons ci-après.

I. Obtention des œufs.

a) Pendoir.

Les œufs de *C. capitata* sont faciles à obtenir en cage dans des quantités d'espèces de fruits, mais il est évidemment difficile de récupérer ces œufs, surtout en grand nombre, pour les reporter sur un milieu nutritif. La méthode utilisée par les américains fait cependant appel à des fruits. Des morceaux d'écorce d'orange sont perforés de trous avec une épingle, et fixés avec de la paraffine à une plaque de verre placée dans la cage. Les œufs, déposés sur la plaque de verre ou à la partie interne de l'écorce d'orange, sont récupérés par lavage à l'eau.

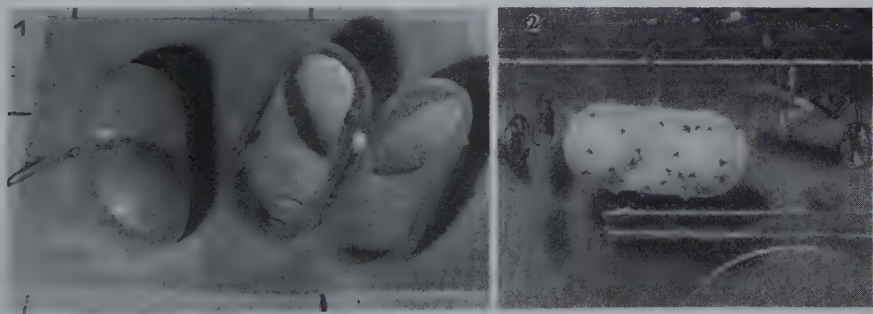


FIG. 1. — Modèle de pendoir utilisé, fermé et ouvert, ce dernier montrant de nombreux paquets d'œufs déposés sur le tissu.

FIG. 2. — Pendoir en place dans une cage.

Nous avons voulu nous affranchir de ces manipulations de fruits en cherchant un mode de récolte des œufs entièrement artificiel. Déjà McPHAIL et GUIZA (1956) indiquaient pour une autre Trypétide, *Anastrepha ludens* LOEW, un modèle de pendoir artificiel à base de paraffine et tissu, que nous avons essayé mais que nous avons trouvé peu pratique.

Nos recherches sur le comportement de ponte de *C. capitata* nous ont conduit à découvrir que le stimulus essentiel induisant la ponte à travers une surface perforée est une saturation en vapeur d'eau à l'intérieur de cette surface (FÉRON 1958). Nous avons alors imaginé d'utiliser comme pondoir une sorte de boule en matière plastique perforée de nombreux trous, et tapissée intérieurement d'un tissu mousseline humide. Nous avons essayé des pondoirs de formes et dimensions extrêmement variées; celle qui s'est trouvée la plus pratique est faite de ces boîtes en plastique mou (sulfure de polyéthylène) destinées à la protection des œufs de poule; nous choisissons ces boîtes de couleur jaune, cette couleur étant celle qui favorise le plus l'activité de ponte de *C. capitata* (FÉRON 1958) (fig. 1 et 2).

Dans ce type de pondoir, des œufs sont déposés en très grand nombre sur le tissu. Après vingt-quatre heures, le tissu est retiré de la boîte, et trempé dans l'eau; les œufs se décollent et s'accumulent au fond du récipient. Il est alors facile de les manipuler et même de les garder un certain temps, puisqu'ils éclosent très bien dans l'eau pure et que les larves du premier âge peuvent y survivre plusieurs jours (SACANTANIS 1951).

b) Rythme de ponte.

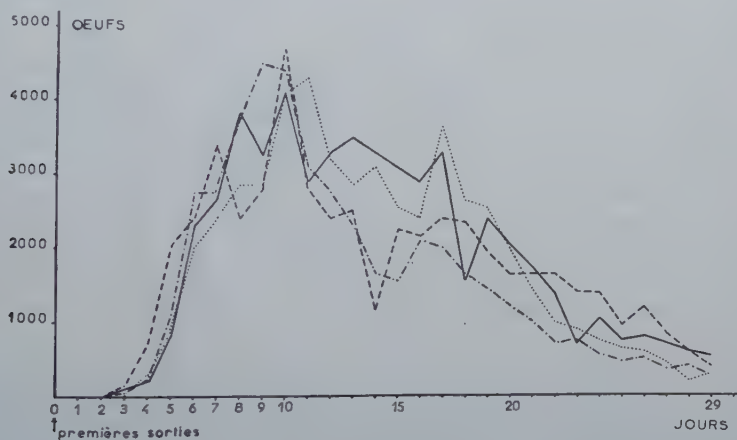
Nous avons suivi le rythme de ponte de cages contenant un nombre déterminé de mouches, de façon à savoir quelle était la période pendant laquelle le rendement en œufs devait être considéré comme le meilleur.

Les cages utilisées sont d'un modèle simplifié destiné à être utilisé en chambre conditionnée (fig. 3). Elles sont grillagées sur cinq faces, la sixième étant faite d'un panneau de matière plastique transparente (chlorure de polyvinyle rigide) comportant une ouverture avec porte coulissante; ce panneau étant à la face antérieure de la cage, permet d'accoler les cages en série sans gêner les manipulations intérieures; il est monté dans des rainures, et amovible vers le haut pour permettre le nettoyage de la cage. Les dimensions de ces cages sont $45 \times 35 \times 35$ cm.

Les cages sont placées en chambre conditionnée à la température de 25°C , et avec un taux d'humidité relative de 80. Dans chacune de ces cages sont disposées 1 000 pupes formées le même jour, pour lesquelles le pourcentage d'éclosion est régulièrement, sauf accident, de 95 à 98 %. Dès que les mouches commencent à éclore, un pondoir est mis en place, et les œufs relevés chaque jour. La nourriture des mouches est assurée par des rondelles de banane suspendues dans la cage.

Le graphique I montre le rythme de ponte de quatre des cages ainsi suivies. On remarquera que les premiers œufs sont déposés très régulièrement 3 jours après la sortie des premières mouches. *C. capitata*

en effet accumule pendant son alimentation larvaire les éléments nécessaires à une maturité sexuelle rapide (ce qui n'est pas le cas de *D. dorsalis* dont les mâles requièrent une alimentation particulière pendant 12 jours pour arriver à maturité). Nous voyons également que le nombre d'œufs déposés croît rapidement pour dépasser généralement 2 000 œufs par jour à partir du sixième jour, et jusqu'au vingtième jour environ, avec un maximum très marqué, pouvant dépasser notablement 4 000 œufs, autour du dixième jour. Après le vingtième jour, le rendement décroît vite et régulièrement, en correspondance avec la mortalité des mouches. Certaines cages ont donné des nombres d'œufs anormalement bas par mortalité rapide des femelles pour une cause inconnue. Une cage a donné exceptionnellement un maximum de ponte de 7 000 œufs en 24 heures pour un nombre de femelles habituel (500 environ).



GRAPHIQUE 1. — Rythme de ponte de quatre cages contenant chacune 1 000 mouches (mâles et femelles, en nombre à peu près égal).

Pour la pratique de l'élevage, nous tirons de ces observations une marche de conduite consistant à placer dans une cage un certain nombre de pupes formées le même jour (1 000 à 3 000 pupes suivant les besoins de l'élevage), et à mettre les pondeurs du cinquième au vingtième jour, après quoi la cage est éliminée.

La fertilité des œufs pondus a été surveillée en incubant pour chaque ponte un échantillonnage de 100 œufs dans l'eau à l'étuve à 26 °C. Le pourcentage d'œufs non fertiles ne varie pas de façon significative au cours de l'évolution de la cage, et se maintient autour de 10 %. Ces œufs peuvent d'ailleurs être reconnus par un examen visuel, leur teinte grisâtre les différenciant des œufs sains qui sont d'un blanc nacré très pur.

II. Élevage des larves.

a) Milieu d'élevage.

Le milieu utilisé a la composition suivante :

100 g de poudre de carotte fine

20 g de levure de bière sèche

400 cm³ de solution d'acide benzoïque à 2 p. mille

10 cm³ N HCl.

La poudre de carotte utilisée est obtenue industriellement par « séchage par atomisation » d'une bouillie de carottes cuites à la vapeur. La poudre obtenue est excessivement fine et hygroscopique (taux d'humidité 11 % environ). Le procédé de fabrication ne comporte que des passages rapides à température relativement haute : 15 minutes à la vapeur à 110 °C pour cuisson, puis évaporation instantanée dans un courant d'air chaud à 145 °C. Ce procédé évite la destruction de nombreuses vitamines, ce qui permet d'expliquer, avec la grande finesse de structure, les très bons résultats obtenus (*).

La levure de bière apporte un complément indispensable, et des essais comparatifs nous ont montré que l'évolution larvaire était considérablement retardée dans les milieux sans levure.

Pour empêcher les fermentations et moisissures, nous avons essayé divers antifermments comme la Nipagine mais les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'acide benzoïque. L'acide chlorhydrique acidifie le milieu de façon à obtenir un pH de 4,5 qui empêche des développements bactériens nuisibles.

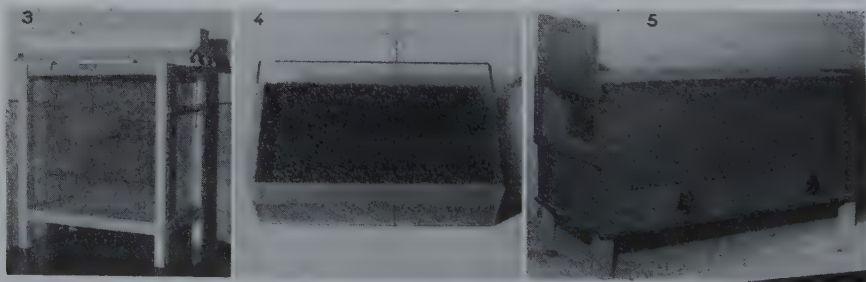


FIG. 3. Modèle de cage utilisée. — FIG. 4. Milieu d'élevage des larves, en fin d'évolution. Les points privilégiés de pénétration apparaissent en nombreuses dépressions. — FIG. 5. Dispositif d'obtention des pupes.

Le milieu correspondant aux quantités indiquées plus haut constitue une pâte qui est placée dans des boîtes en plastique de 17 × 11 cm sur une épaisseur de 2 cm. Une telle quantité de milieu

(*) Nous remercions M. GIRAUD, industriel à Sarrians (Vaucluse), de l'intérêt qu'il porte à nos divers essais et des renseignements qu'il veut bien nous communiquer.

convient pour un maximum de 3 500 larves; si l'on dépasse ce nombre, il y a concurrence, le développement est moins régulier, et les pupes obtenues sont plus petites (fig. 4).

b) *Ensemencement du milieu.*

Les œufs sont séparés en groupes de 3 500. Ce dosage se fait volumétriquement à partir d'une suspension d'œufs dans de l'eau glycinée à 15 %. Les œufs sont recueillis par filtrage sur un petit morceau de tissu de nylon. Il suffit ensuite de retourner ce tissu et le plaquer sur le milieu où les œufs restent collés.

c) *Evolution larvaire. Formation des pupes.*

Les boîtes contenant le milieu sont placées fermées en étuve à 26 °C. L'évolution larvaire se poursuit régulièrement. Au 8^e jour, les larves sont arrivées à la fin de leur développement. Les boîtes sont alors placées ouvertes au-dessus de bacs contenant du sable. Nous utilisons actuellement pour obtenir les pupes, des dispositifs comportant des plans inclinés qui guident les larves vers les tiroirs à sable, et permettent le contrôle séparé des différents milieux (fig. 5); ils sont réalisés en matière plastique. Un dispositif pour production plus massive est facile à réaliser.

III. Rendement de l'élevage.

Nous avons indiqué que le pourcentage d'œufs non fertiles était environ de 10 %. D'autre part, un contrôle portant sur l'élevage pendant 5 mois, correspondant à une production de plus de 300 000 pupes, nous donne un rendement moyen de 83 %, très supérieur à celui indiqué par les chercheurs américains.

Ayant noté que le pourcentage d'éclosion des pupes était régulièrement de 95 à 98 %, nous voyons que le rendement global de l'élevage (mouches obtenues à partir d'un certain nombre d'œufs) est au moins égal à 80 %.

La dépense pour un tel élevage produisant 3 500 mouches par jour s'élève, en produits utilisés (y compris l'alimentation des adultes) à 100 francs par jour.

Une seule personne habituée aux manipulations peut facilement assurer une production de 20 000 mouches par jour et probablement plus.

IV. Variantes possibles.

Si l'on ne dispose pas de pièces climatisées, on peut utiliser des cages et dispositifs de pupaison conditionnés tels qu'ils ont déjà été décrits (DELANOUE 1955).

L'alimentation des adultes peut être réalisée autrement qu'avec des rondelles de banane. On peut utiliser un mélange de banane écrasée et de miel formant un sirop épais suspendu dans la cage entre deux plaques de matière plastique perforée. On peut encore utiliser, suivant la méthode américaine, un mélange de miel et de levure de bière (DELANOUE 1955).

V. Résumé. Marche de l'élevage.

CAGES DE PONTE. — Entièrement grillagées, sauf une face transparente avec ouverture à glissière. Dimensions : $45 \times 35 \times 35$ cm. Placées en chambre conditionnée ($T = 26^\circ\text{C}$, $\text{HR} = 80$).

CHOIX DES MOUCHES PONDEUSES. — On place dans une cage 1 000 à 3 000 pupes formées le même jour; les mouches sont alimentées avec des rondelles de banane changées chaque jour, et des cotons dentaires imbibés d'eau.

PONDOIR. — Sphérique, en matière plastique jaune percée de nombreux trous. Une toile mousseline humidifiée est plaquée sur la paroi interne. Le pondoir est placé dans la cage du septième au vingtième jour, la récolte étant de 2 000 à 5 000 œufs par jour pour une cage de 1 000 mouches.

RÉCOLTE DES ŒUFS. — Le pondoir est ouvert, le tissu portant les œufs est retiré, trempé dans l'eau où les œufs se détachent. L'eau est filtrée sur tissu de nylon et les œufs comptés (méthode volumétrique).

MILIEU D'ÉLEVAGE DES LARVES.

- 100 g de poudre de carotte fine,
- 20 g de levure de bière sèche,
- 400 cm³ solution acide benzoïque à 2 p. mille,
- 10 cm³ N HCl (pour un pH de 4,5).

Le milieu est placé en boîte plastique de 17×11 cm sur une épaisseur de 2 cm. Un tel milieu peut nourrir jusqu'à 3 500 larves.

ÉVOLUTION LARVAIRE. — Les œufs sont déposés sur le milieu. Le milieu est mis à l'étuve à 26°C . Au huitième jour, les milieux sont placés au-dessus de bacs contenant du sable dans lequel les larves sautent et se pupéfient. Les pupes sont recueillies par tamisage. Formation des pupes du neuvième au douzième jour.

ÉCLOSION DES PUPES. — Elle débute 9 jours après la formation, à 26°C . L'éclosion des pupes formées un même jour s'échelonne sur 48 heures.

DURÉE D'ÉVOLUTION DE L'ÉLEVAGE (MINIMUM) :

Évolution de l'œuf	1 jour
— de la larve	8 jours
— de la pupa	9 —

Maturation adultes 3 jours,

TOTAL 21 — de l'œuf à l'œuf.

RENDEMENT. — Minimum 80 % (des œufs aux adultes).

SUMMARY

A method of artificial mass-breeding of *Ceratitis capitata* has been developed after the results obtained by FINNEY and CHRISTENSON. The breeding of the larvae is obtained on a medium made of powdered atomised carrot and brewer's yeast, the development of molds and bacteria being inhibited by benzoic and hydrochloric acids. Nearly 80 per cent of the eggs give adult flies. An original method for obtaining the eggs in an artificial egg-laying apparatus is described. The development of the insect is completed in 21 days at the temperature of 26 °C. A daily production of 20 000 flies or more is easily obtained, at very low cost, by the work of a single person.

BIBLIOGRAPHIE

- CHRISTENSON, L. D., S. MAEDA & J. R. HOLLOWAY. — 1956. Substitution of dehydrated for fresh carrots in medium for rearing fruit flies. — *J. ec. Ent.*, **49** (1), 135-136.
- DELANOUE, P. — 1955. Contribution à l'étude de l'élevage de *Ceratilis capitata* WIED. Méthode et appareils permettant l'élevage de la Mouche sur fruits de saison. — *Ann. Serv. Bot. Tunisie*, **28**, 23-52.
- FÉRON, M. & K. SACANTANIS. — 1955. L'élevage permanent de *Ceratitis capitata* WIED au laboratoire. — *Ann. Epiph.*, **2**, 201-214.
- FÉRON, M. — 1958. Mise en évidence d'un stimulus significatif dans le comportement de ponte de *Ceratitis capitata* WIED. (*Dipt. Trypetidae*). — *C. R. Ac. Sc.*
- FÉRON, M. — 1958. Le comportement de ponte de *Ceratitis capitata* WIED. : influence de la couleur (à paraître).
- FINNEY, G. L. — 1953. A summary report on the mass-culture of fruit-flies and their parasites in Hawaii. — *Third special report on the control of the Oriental Fruit Fly* (*Dacus dorsalis*) in the Hawaiian Islands. Publ. Senate State California, 139, 77-83.
- FINNEY, G. L. — 1956. A fortified carrot medium for mass-culture of the Oriental Fruit Fly and certain other Tephritids. — *J. ec. Ent.*, **49** (1), 134.
- GRISON, P., M. FÉRON & K. SACANTANIS. — 1950. Développement de la Mouche des fruits en milieu nutritif synthétique. — *C. R. Acad. Sci.*, **231**, 996-998.
- MAEDA, S., K. S. HAGEN, & G. L. FINNEY. — 1952. Artificial media and the control of microorganisms in the culture of tephritid larvae (*Diptera: Tephritidae*). — *Proc. Haw. ent. Soc.*, **15**, 177-185.
- MARUCCI, P. E. & D. W. CLANCY. — 1950. The artificial culture of fruit flies. — *Proc. Haw. Ent. Soc.*, **14** (1), 163-166.
- MCPHAIL, M. & F. E. GUIZA. — 1956. An oviposition medium for the Mexican Fruit Fly. — *J. ec. Ent.*, **49** (4), 570.
- SACANTANIS, K. — 1951. Influence de l'humidité sur l'incubation des œufs de la Mouche des fruits, *Ceratitis capitata* WIED. — *C. R. IX^e Congr. Int. Ent. Amsterdam*, vol. I., 460-464.

(Station de Zoologie agricole du Centre de recherches
agronomiques du Sud-Est.

Laboratoire de Zoologie du Service botanique et
agronomique de Tunisie.)

ÜBER DIE VARIABILITÄT VON TAXONOMISCH WICHTIGEN MERKMALEN BEI *OPIUS CONCOLOR* SZÉPL. (HYM. BRACONIDAE)

VON

MAX FISCHER

Während der heurigen Sommer hatte ich Gelegenheit, als Gast von Herrn Prof. Dr. Ch. FERRIERE in Genf (Schweiz) die Braconiden-Parasiten von *Dacus oleae* ROSSI und *Ceratitis capitata* WILD. im Mittelmeergebiet zu studieren. Die aus diesem Raum bisher bekannt gewordenen Parasiten aus der Familie der Braconiden gehören dem Formenkreis der *Opius concolor* SZÉPL. an. Da die genaue Kenntnis der Arten die Voraussetzung für die Möglichkeit eines Einsatzes von Parasiten im Dienste der biologischen Schädlingsbekämpfung ist, war es notwendig, zu untersuchen, ob der Parasit von *Dacus oleae* ROSSI der gleichen Species angehört wie der von *Ceratitis capitata* WILD. Schon der erste Augenschein ergab, dass die Parasiten der beiden Schädlinge systematisch nicht ohne weiteres zu unterscheiden sind. Statistische Untersuchungen über die Variabilität von systematisch wichtigen Merkmalen sollten nun zeigen, 1.) wie weit solche Merkmale bei ein und derselben Art variieren können, und 2.), ob sich mit taxonomischen Methoden zwei verschiedene Arten unterscheiden lassen. Die Feststellung von Variationsbreiten systematisch wichtiger Merkmale ist wohl nicht nur im Hinblick auf die untersuchte Art bedeutungsvoll, sondern darüber hinaus noch für die gesamte Systematik der Opiinen von grossem Interesse, da exakte Untersuchungen über die Variabilität von morphologischen Merkmalen bis jetzt vollständig fehlen.

Ich benütze die Gelegenheit, um Herrn Prof. Dr. Ch. FERRIERE und den anderen Vertretern der C.I.L.B. zu danken, welche mir durch ihre Einladung nach Genf und Zuwendung einer Subvention die Durchführung meiner Studien über *Opius concolor* SZÉPL. ermöglicht haben.

Das Untersuchungsmaterial.

Zur Bearbeitung stand mir folgendes Material zur Verfügung :

Libyen: Tripolis, 21 ♀ und 27 ♂ ex *Dacus oleae*, gezüchtet 1954. Tripolis, 2 ♀ und 1 ♂ ex *Dacus oleae*, 30. X. 1934. Tripolis, 2 ♀ ex *Ceratitis capitata* (H. MARTIN).

Tunis: 37 ♀ und 25 ♂ ex *Dacus oleae* von folgenden Fundorten : Cap Bon, 13. X. 1953; Bizerte, 12. X. 1953; Enfidaville, 15. X. 1953; Sousse, 29. X. 1953; Sbeitla, 16. XI. 1953; Sbeitla, 17. XI. 1953; Centre Tunisie, 17. XI. 1953; Bizerte, XI. 1953; Enfidaville, XII. 1953; Sbeitla, XII. 1953; Enfidaville, 15. XII. 1953; Tunis, XI - XII. 1955, 3 ♀ und 1 ♂ ex *Ceratitis capitata* (M. FÉRON).

Algerien: Oran, 1 ♀ ex *Dacus oleae*. Tlemcen, 1 ♂ ex *Dacus oleae* (M. FÉRON).

Marokko: Mogador, 117 ♀ und 103 ♂ ex *Ceratitis capitata*. Diese Exemplare wurden von Herrn K. SACANTANIS aus den Früchten des Argan-Strauches gezogen. Dieser ist ein stacheliges Gewächs, welches nur aus dem südlichen Marokko bekannt ist und hier in 1300 m Höhe gedeiht. Die Früchte werden als Futter für Wiederkäuer und zur Herstellung eines Öles verwendet.

Sizilien: Marsala, 2 ♀ und 2 ♂, 19. X., bzw. 9. XI. 1934, ex *Dacus oleae*. Castelventrano, 1 ♀ und 1 ♂, 13. XI. 1934, ex *Dacus oleae*.

Das untersuchte Material umfasste also 347 Exemplare. Davon waren 186 Stück oder 53,6 % Weibchen und 161 Stück oder 46,4 % Männchen. Die Geschlechter halten sich somit zahlenmässig ungefähr die Waage. 121 Exemplare (64 ♀ und 57 ♂) waren Parasiten von *Dacus oleae* und 226 Exemplare (122 ♀ und 104 ♂) solche von *Ceratitis capitata*.

Die untersuchten Merkmale.

Die Variabilität folgender Merkmale wurde untersucht :

1. Zahl der Fühlerglieder.
2. Bohrerlänge im Verhältnis zur Länge der Hinterschienen.
3. Breite des ersten Abdominaltergites im Verhältnis zur Länge.
4. Relative Längen von wichtigen Adern des Vorderflügels, und zwar
 - a) Erste Cubitalquerader (cuqu 1) im Verhältnis zum zweiten Radialabschnitt (r2),
 - b) Zweiter Radialabschnitt im Verhältnis zum dritten (r3),
 - c) Nervus recurrens (n. rec.) im Verhältnis zum Discoideus (d),
 - d. i. der Abschnitt des hinteren Cubitalastes zwischen dem Ursprung des Nervus basalis und des Nervus recurrens.
5. Färbung des Körpers.

Bei der Untersuchung der Variabilität der relativen Grössenverhältnisse wurde so vorgegangen, dass die absoluten Längen bei den einzelnen Exemplaren mit Hilfe eines Okularmikrometers gemessen

und die relativen Grössen in Prozenten berechnet wurden. Die Häufigkeit der Prozentzahlen wurde in Tabellen festgehalten.

Untersuchungsergebnisse.

ZAHLE DER FÜHLERGLIEDER.

Die nachstehende Tabelle I gibt die Häufigkeit der Zahl der Fühlerglieder an.

TABELLE I : Zahl der Fühlerglieder.

ZAHLE	ex <i>Ceratitis capitata</i>				ex <i>Dacus oleae</i>					
	Marokko		Lybien		Lybien		Tunis		Sizilien	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
29...					3					
30...	1					3				
31...	5				5	2				
32...	10			1	5		6			
33...	25		2	1	5	3	10		1	
34...	9	5			1	1	4	3	1	
35...	4	5				5		1		
36...	4	7				2		3		
37...		15				3		2		2
38...		4						3		
39...		1								

Aus der Zusammenstellung ist folgendes ersichtlich :

1. Die Zahl der Fühlerglieder schwankt bei den ♀ im allgemeinen zwischen 29 und 36, bei den ♂ zwischen 30 und 39.

2. Das Optimum liegt bei den ♀ bei 33 Gliedern, bei den ♂ bei 37 Gliedern. Die ♀ haben durchschnittlich kürzere Fühler als die ♂.

3. Ein Unterschied, der die Parasiten ex *Ceratitis capitata* von denen ex *Dacus oleae* scharf trennen würde, ist nicht zu konstatieren. Auch in verschiedenen geographischen Regionen dürfte die Fühlergliederzahl kaum abweichend sein.

BOHRERLÄNGE.

Die morphologischen Schwankungen in der Länge des Legebohrers der Weibchen werden bei der statistischen Erfassung noch dadurch

TABELLE II : *Bohrerlänge.*

%	ex <i>Ceratitis capitata</i>			ex <i>Dacus oleae</i>			
	Marokko	Tunis	Lybien	Algerien	Tunis	Lybien	Sizilien
62,1-64,0.....	6						
64,1-66,0.....	6						
66,1-68,0.....	4				1		
68,1-70,0.....	9						
70,1-72,0.....	20				2		
72,1-74,0.....	8		1		4	1	
74,1-76,0.....	9	1			8		1
76,1-78,0.....	7				7	1	1
78,1-80,0.....	2		1			1	
80,1-82,0.....	1			1	3	2	
82,1-84,0.....	4				4	1	
84,1-86,0.....		1				2	
86,1-88,0.....						3	1
88,1-90,0.....		1				1	
90,1-92,0.....						3	
92,1-94,0.....						5	
94,1-96,0.....							
96,1-98,0.....						1	
Durchschnitt in %	71,2	83,1	76,1	82,0	76,6	86,1	77,7

vergrößert, dass die hinteren Abdominaltergite bald mehr, bald weniger stark eingezogen sind. Dadurch ändert sich auch gleichzeitig die scheinbare, d. h. messbare Länge des Bohrers, da letzterer umso länger erscheint, je stärker die hinteren Abdominaltergite eingezogen sind und umgekehrt. Verglichen wurde die Bohrerlänge, abweichend von der sonst üblichen Gepflogenheit, nicht mit der Länge des Abdomens, sondern mit der der Hintertibien, da sich im ersteren Falle wegen der erwähnten Inkonstanz der messbaren Abdominallänge die Fehlerquellen noch vergrößern würden. Bei den Hinterschienen

wurde immer der äussere Rand gemessen, beim Bohrer der Teil, der die Hinterleibsspitze überragt. Es wurden nur jene Exemplare gemessen, bei denen der Bohrer direkt aus der Hinterleibsspitze herausstand. Alle jene Stücke, bei denen sich der Bohrer in einer anderen Stellung befand, blieben unberücksichtigt.

Die Auswertung der Messungen erfolgte so, dass die Länge der Hintertibien in Prozent der Bohrerlänge berechnet wurde. In der Nachstehenden Tabelle II ist die Häufigkeit der Prozent-Werte angegeben. Hierbei konnte nur so vorgegangen werden, dass die letzteren, die ursprünglich auf eine Dezimalstelle genau ermittelt wurden, zu Einheiten zusammengefasst wurden, die sich jeweils über eine Differenzspanne von 2 Prozent erstreckt. Dieser Vorgang ermöglichte eine übersichtliche Zusammenfassung der Ergebnisse, ohne dass die Darstellung zu ungenau wurde.

Die relativen Längen der Hintertibien im Verhältnis zum Bohrer schwanken innerhalb verhältnismässig weiter Grenzen, nämlich zwischen 62 % und 98 %; die Differenz zwischen den Extremwerten beträgt also 36 %. Die Durchschnittswerte bei den einzelnen Serien schwanken beträchtlich, nämlich zwischen 71,2 % bei der Serie von Marokko ex *Ceratitis capitata* und 86,1 % bei der Serie von Lybien ex *Dacus oleae*; das ergibt eine Differenz der Durchschnittswerte von 14,9 %. Eine eindeutige Zuordnung der geringeren Bohrerlänge zu den Parasiten von *Dacus oleae* und der grösseren Bohrerlänge zu denen von *Ceratitis capitata* ist allerdings kaum möglich, da der Durchschnittswert der relativen Länge der Hintertibien bei der Serie von Tunis ex *Dacus oleae* mit 76,6 % dem Durchschnittswert der Serie von Marokko ex *Ceratitis capitata* näher liegt, als jenem der Serie von Lybien ex *Dacus oleae*. Hingegen ist es möglich, dass die Bohrerlänge von Westen nach Osten zu abnimmt.

BREITE DES ERSTEN ABDOMINALTERGITES.

Es wurde die Breite des ersten Abdominaltergites in Prozent der Länge des gleichen Tergites berechnet. Die folgende Tabelle III gibt die Häufigkeit der Prozent-Werte bei den einzelnen untersuchten Serien an. In der letzten waagrechten Reihe wurden die sich ergebenden Durchschnittswerte angegeben.

Aus der Zusammenstellung kann folgendes entnommen werden :

1. Die Breite des ersten Abdominaltergites schwankt bei den Weibchen und Männchen zwischen 87 % und 108 %. Die gesamte Variationsbreite beträgt daher 21 %. Die Geschlechter sind in dieser Beziehung nicht verschieden.

2. Das Optimum liegt bei allen grösseren Serien bei Weibchen und Männchen bei 100 %.

TABELLE III : *Breite des ersten Abdominaltergites.*

%	ex <i>Ceratitis capitata</i>				ex <i>Dacus oleae</i>					
	Tunis		Marokko		Lybien		Tunis		Sizilien	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
87.....			3	2	2			1		
88.....					1	1				
89.....			3	1	1					
90.....			4	4						
91.....			4	6						
92.....						2				2
93.....		1	2	6	1	4	3		1	
94.....			5	2	3					
95.....										
96.....	1		9	10		4	4	3		
97.....									1	
98.....			11	4			9	4		
99.....										
100.....			37	31	5	8	10	8	1	
101.....										
102.....			10	11						
103.....			5							
104.....	1		3	1			4	2		1
105.....			1	3		3				
106.....			1	1	1		1	2		
107.....			2	2	3	1	3			
108.....			1	1						
%	100	93	98	86	103	98	100	99	97	96

3. Ein scharfer Unterschied, der die Parasiten ex *Dacus oleae* von denen ex *Ceratitis capitata* oder die Parasiten von verschiedenen geographischen Regionen deutlich trennen würde, ist nicht vorhanden, wenn auch die Prozentwerte bei den Parasiten ex *Ceratitis capitata* bei beiden Geschlechtern im Durchschnitt etwas tiefer liegen als bei denen ex *Dacus oleae*.

RELATIVE LÄNGEN VON WICHTIGEN ADERN DES VORDERFLÜGELS.

Es wurden die Längen von cuq1, r2 und n. rec. in Prozent der Längen von r2, r3 und d berechnet. In den folgenden Tabellen IV-VI sind die Häufigkeiten der Prozentwerte angegeben. In den letzten waagrechten Kolonnen sind wieder die Durchschnittswerte eingetragen.

TABELLE IV : Länge des zweiten Radialabschnittes.

%	ex <i>Ceratitis capitata</i>					ex <i>Dacus oleae</i>							
	Lybien	Tunis		Marokko		Lybien		Tunis		Algerien		Sizilien	
	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
44....									2				
45....				4	8			2	1				
46....					23		1		2				1
47....		2		51	7	2	5	5	4			1	
48....				11	16	4	5	2	7				
49....			1	2	3	1				1	1		
50....	1	1		30	20	1	4	7	1				1
51....				5	1	2		4					
52....	1				17	2	7	1	3			1	1
53....				8		2	2	1	1			1	
54....					5				2				
55....						3							
56....													
57....													
58....						1							
%	51	48	49	48	47	51	49	49	52	49	49	51	49

TABELLE V : Länge der ersten Cubitalquerader.

%	ex <i>C. capitata</i>					ex <i>Dacus oleae</i>							
	Lybien	Tunis		Marokko		Lybien		Tunis		Algerien		Sizilien	
	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
63....						2							
64....						1			2				
65....						2	1		1		1		
66....													
67....				5		1							
68....							1						
69....	1				6	1	2	2	1			2	1
70....				5									
71....	1			10	20		7	1	3			1	
72....				11		3		3	5	1			
73....				10	16		7	6	6				
74....		1											
75....		2		32	5	4	2	5	1				1
76....				16	5	3		1					
77....			1	6	19			2	1				
78....								1					
79....					17		3	3	2				
80....				6	10			2	2				
81....				4		1		2					
82....									1				1
83....									3				
84....													
85....													
86....								1					
%	70	72	77	74	75	71	72	79	74	72	65	69	73

TABELLE VI : *Länge des Nervus recurrens.*

	ex <i>Ceratitis capitata</i>					ex <i>Dacus oleae</i>							
	Lybien	Tunis		Marokko		Lybien		Tunis		Algerien		Sizilien	
	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
46....													1
47....	1			10	5	1	4	11	3				
48....													
49....					1								
50....		1	1	36	35	7	8	9	10	1		1	1
51....													
52....					2								
53....		2		51	37	9	6	16	7			2	
54....				1	5		3		2				
55....													
56....				8		1				1			
57....	1			4	13		2		1				1
%	52	52	50	52	53	52	51	50	51	50	56	52	51

zu T. IV) Die relativen Längen von r2 im Verhältnis zu r3 schwanken bei den Weibchen zwischen 45 % und 58 %, bei den Männchen zwischen 44 % und 54 %. Die Gesamtvariabilität beträgt daher bei den Weibchen 13 %, bei den Männchen 10 %. Die Durchschnittswerte aller Serien bewegen sich bei den Weibchen zwischen 48 % und 51 %, bei den Männchen zwischen 47 % und 52 %. Die Abweichungen der Durchschnittswerte bei den einzelnen Serien, die bei den Männchen 5 % beträgt, bei den Weibchen jedoch nur 3 %, sind zu gering, um eine Abhängigkeit vom Wirt oder eine Beziehung zur geographischen Verbreitung konstatieren zu können.

zu T. V.) Die relativen Längen von cuqul im Verhältnis zu r2 schwanken bei den Weibchen zwischen 63 % und 86 %, bei den Männchen zwischen 65 % und 83 %. Das ergibt eine Variabilität bei den Weibchen von 23 %, bei den Männchen von 18 %. Bei den Parasiten ex *Ceratitis capitata* war die Gesamtvariabilität geringer; sie betrug bei den Weibchen 14 % (zwischen 67 % und 81 %), bei den Männchen

11 % (zwischen 69 % und 80 %). Die Mittelwerte der relativen Längen von *cuqul* bei den Weibchen der grösseren Serien variieren zwischen 71 % (Lybien, ex *Dacus oleae*) und 79 % (Tunis, ex *Dacus oleae*). Der Durchschnittswert der Weibchen ex *Ceratitis capitata* (Marokko) liegt mit 74 % zwischen den beiden vorigen Werten. Bei den Männchen schwanken die Mittelwerte zwischen 72 % (Lybien, ex *Dacus oleae*) und 75 % (Marokko, ex *Ceratitis capitata*). Eine Beziehung zwischen Wirt und Länge von *cuqul* konnte also nicht gefunden werden.

Die verhältnismässig grosse Variabilität der Länge von *cuqul* erklärt sich wohl aus der Tendenz dieser Ader, einen Ramellus in *Cu1* zu entsenden. Bei vielen Weibchen und Männchen konnte ein kleiner Knick in Richtung auf *Cu1* beobachtet werden. Bei zwei Männchen war eine deutliche Anhangsader ausgebildet, die fast bis in die Mitte von *Cu1* reichte.

zu T. VI) Die relativen Längen von *n. rec.* im Verhältnis zu *d* schwanken bei den Weibchen zwischen 47 % und 57 %, bei den Männchen zwischen 46 % und 57 %; Die Gesamtvariabilität beträgt daher bei den Weibchen 10 %, bei den Männchen 11 % und ist somit bei diesem Merkmal am geringsten. Die Durchschnittswerte der grösseren Serien schwanken bei den Weibchen zwischen 50 % und 52 %, bei den Männchen zwischen 51 % und 53 %. Die Abweichungen der Durchschnittswerte beträgt bei beiden Geschlechtern nur 2 %. Auch hier ist eine Zuordnung von verschiedenen Längen zu verschiedenen Wirten oder geographischen Regionen nicht möglich.

FÄRBUNG.

Die Grundfärbung von *Opius concolor* ist rotgelb. Die Stücke sind entweder einfarbig rotgelb (= hell) oder es sind die Endränder der Abdominaltergite 2 - 4 geschwärzt und ebenso ein Querstreifen auf dem Thorax in der Postscutellarregion (= dunkel). Im einzelnen verteilen sich die Färbungen bei dem untersuchten Material wie folgt:

ex <i>Dacus oleae</i> :		
Lybien	Tunis	Sizilien
dunkel	vorwiegend hell	hell
ex <i>Ceratitis capitata</i> :		
Lybien	Tunis	Marokko
dunkel	1 dunkler, 2 fast ganz hell	hell

Die Färbung steht mit dem Wirt in keinem gesetzmässigen Zusammenhang. Es gibt dunkle Exemplare sowohl aus *Dacus oleae* (Lybien), als auch aus *Ceratitis capitata* (Lybien) und ebenso helle Exemplare sowohl aus *Dacus oleae* (Tunis, Sizilien), als auch aus

Ceratitis capitata (Tunis, Marokko). Es ist möglich, dass *Opius concolor* im Osten (Lybien) im allgemeinen dunkler ist als im Westen (Tunis, Marokko) und Norden (Sizilien), jedoch könnte diese Frage erst nach der Untersuchung eines grösseren Materiales aus verschiedenen Populationen geklärt werden.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass auch die Skulptur des zweiten Abdominaltergites auffällig variiert. Meist hat dieses Tergit in der vorderen Hälfte eine feine Querlinie und ist mehr oder weniger stark chagriniert. Häufig ist das zweite Tergit auch ganz glatt. Die Intensität einer solchen Chagriniierung kann jedoch nur schwer in exakter Weise festgehalten werden.

Zur Synonymie.

MONASTERO hat 1931 eine Form ex *Dacus oleae* aus Sizilien unter dem Namen *Opius siculus* beschrieben, welche mit *Opius concolor* SZÉPLIGETI synonym sein dürfte. Die angegebenen Unterschiede liegen wohl ausnahmslos innerhalb der Variationsbreite der betreffenden Merkmale von *O. concolor* SZÉPL. Das gleiche gilt von den beiden von SILVESTRI 1914 unter den Namen *Opius humilis* und *Opius perproximus* aus Süd—, bzw. West-Afrika beschriebenen Arten, welche deshalb mit taxonomischen Methoden von *Opius concolor* SZÉPL. nicht zu unterscheiden sind und von letzterem wahrscheinlich ebenfalls nicht spezifisch verschieden sind. Die mutmassliche Synonymie lautet :

Opius concolor SZÉPLIGETI,

Bull. Soc. ent. France, 1910, p. 244.

Opius perproximus SILVESTRI,

Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici, 8, 1914, p. 103, ♀ ♂.

Opius humilis SILVESTRI,

Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici, 8, 1914, p. 106, ♀ ♂.

Opius siculus MONASTERO,

Atti R. Accad. Sci. Palermo, 16, 1931, p. 195, ♀ ♂.

ZUSAMMENFASSUNG.

An Hand eines Materiales, das aus 186 Weibchen und 161 Männchen, gezogen aus *Dacus oleae* und *Ceratitis capitata*, bestand und von verschiedenen Fundorten kam (Lybien, Tunis, Algerien, Marokko, Sizilien), wurde die Variabilität von verschiedenen bei Opiinen taxonomisch wichtigen Merkmalen geprüft, um 1.) die Variationsbreite von solchen Merkmalen bei *Opius concolor* kennenzulernen, und 2.) die Frage zu entscheiden, ob sich die Parasiten aus *Dacus oleae* von denen aus *Ceratitis capitata* taxonomisch unterscheiden lassen.

Es wurde untersucht : 1) die Zahl der Fühlerglieder, 2) die Länge der Hinterschienen im Verhältnis zur Bohrerlänge, 3) die Breite des ersten Abdominaltergites im Verhältnis zu seiner Länge, 4) die Länge der ersten Cubitalquerader (cuqul), des zweiten Radialabschnittes (r2) und des Nervus recurrens (n.rec.)

im Verhältnis zum zweiten Radialabschnitt, dritten Radialabschnitt (r3) und Discoideus (d), und 5.) die Färbung.

Die Zahl der Fühlerglieder schwankt bei den Weibchen zwischen 29 und 36, bei den Männchen zwischen 30 und 39. Die Länge der Hintertibien schwankt zwischen 62 % und 98 %, also um 36 %. Die Breite des ersten Abdominaltergites variiert bei beiden Geschlechtern um 21 % (zwischen 87 % und 108 %). Bei den Flügeladern wies cuqul die grösste Variationsbreite auf, nämlich 23 % bei den Weibchen (63 % — 86 %) und 18 % bei den Männchen (65 % — 83 %). Die gleichen Werte für die Länge von r2 sind 13 % (45 % — 58 %) bei den Weibchen und 10 % (44 % — 54 %) bei den Männchen. Am geringsten war die Variabilität bei n.rec. Sie betrug 10 % (47 % — 57 %) bei den Weibchen und 11 % (46 % — 57 %) bei den Männchen. Die Färbungsverhältnisse bei den einzelnen Serien wurden diskutiert.

Es ergab sich nirgends eine Möglichkeit, die Parasiten von *Dacus oleae* von denen von *Ceratitis capitata* taxonomisch zu trennen. Die endgültige Entscheidung, ob es sich um zwei verschiedene Arten oder wenigstens Rassen handelt, muss weiteren biologischen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

RÉSUMÉ

Un matériel comprenant 186 femelles et 161 mâles d'*Opius* parasites de *Dacus oleae* et de *Ceratitis capitata*, obtenus en Libye, Tunisie, Algérie, Maroc et Sicile, a servi de base à une étude sur la variabilité des principaux caractères taxonomiques. Le but de cette étude était de connaître l'amplitude des variations et de savoir si les parasites de *Dacus oleae* différaient de ceux de *Ceratitis capitata*.

Les caractères étudiés ont été : 1° le nombre des articles des antennes; 2° la longueur de la tarière en proportion de la longueur des tibias postérieurs; 3° le rapport largeur-longueur du premier segment de l'abdomen; 4° les longueurs relatives des principales nervures des ailes antérieures : a) première nervure transverso-cubitale en rapport avec la deuxième abscisse de la nervure radiale; b) cette deuxième abscisse en rapport avec la troisième abscisse de la nervure radiale; c) nervure récurrente en rapport avec la nervure discoïdale; 5° la coloration. Des tableaux indiquent ces variations et montrent qu'en aucun cas, il n'est possible de distinguer morphologiquement les parasites de *Dacus oleae* de ceux de *Ceratitis capitata*, qui sont tous des *Opius concolor* SZÉPL. Des recherches écologiques pourront seules montrer s'il est possible de séparer des espèces ou des races biologiques.

(Naturhistorisches Museum, Wien).

PROSPALTELLA BERLESEI HOW. (HYM. APHELINIDAE)
ET SON EFFICACITÉ PRATIQUE EN FRANCE VIS-A-VIS DE
PSEUDAULACASPIS PENTAGONA TARG. (HOM. DIASPIDINAE)

PAR

C. BENASSY

Le problème de la Cochenille du Mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona* TARG.) qui était d'actualité en Italie au début du siècle, reçu à cette époque une solution satisfaisante par l'acclimatation du parasite spécifique *Prospaltella berlesei* HOW. en provenance d'Extrême-Orient (BERLESE 1915).

Depuis cette réussite de la lutte biologique en Europe, ni la Cochenille, ni son parasite ne suscitèrent d'étude approfondie. Tout au plus, peut-on relever le nom du parasite comme entomophage introduit dans les pays où la Cochenille prit une soudaine extension, l'Amérique du Sud en particulier (SUIRE 1948). Cette absence complète de bibliographie sur ce sujet était donc la preuve certaine du peu d'intérêt économique que représentait la Cochenille durant toute une période.

Cependant, depuis quelques années, *P. pentagona* réapparaît dans les préoccupations des entomologistes de divers pays, soit pour une étude nouvelle de la Cochenille, comme en Italie (MONTI, 1955), soit pour un inventaire de ses ennemis naturels (BENNETT, 1956).

En France également, où voilà quarante ans, *Prospaltella berlesei* s'était établi efficacement au contact de son hôte, nous enregistrons depuis 1948 environ, une recrudescence d'activité de la Cochenille sur pêchers en vergers et, dans quelques régions, sur mûriers. Or, d'après les relevés effectués de 1952 à 1954 dans la région lyonnaise, et depuis 1955, comparativement dans le bassin méditerranéen, nous notons l'existence de *Prospaltella* dans la majorité des points d'observation. Il s'y révèle donc comme inefficace; et l'étude de son évolution dans un foyer limité créé dans le Lyonnais (BENASSY, 1954) conduit à la même conclusion, car la multiplication d'une année à l'autre de

Prospaltella est insuffisante pour limiter d'une façon constante les pullulations de son hôte.

Dans les vergers de pêchers, ces pullulations soudaines du ravageur, justifient une nouvelle étude basée sur l'hypothèse d'une rupture, due aux traitements insecticides, de l'équilibre précédemment établi. Elle avait pour but, par une expérimentation directe (BENASSY et BIANCHI, 1957) de rechercher dans quelle mesure la lutte chimique et la lutte biologique sont appelées à se compléter (BENASSY, 1957).

Sur mûrier, cependant, arbre abandonné sans soins particuliers durant toute l'année, l'analyse du mécanisme des pullulations anormales, pour lesquelles aucune hypothèse basée sur l'action néfaste des produits insecticides ne pouvait être avancée, fut entreprise comparativement dans deux régions à caractéristiques climatiques différentes : le Lyonnais et le Bassin méditerranéen.

Si dans la première, *P. pentagona* se développe activement, dans la deuxième, la Cochenille est pratiquement inexistante, son parasite spécifique freinant efficacement d'une année à l'autre sa multiplication. Ces observations, nous conduisirent à penser que le climat devait avoir un rôle primordial sur l'efficacité parasitaire de *P. berlesei*, soit par une action directe sur l'Hyménoptère, soit indirectement en agissant sur l'hôte.

Or, la multiplication de ce dernier d'une année à l'autre, exception faite des facteurs biologiques liés à la Cochenille, est fonction du cycle et de la mortalité naturelle. L'étude régionale comparée de ces deux aspects de l'écologie de la Cochenille du mûrier nous a montré, selon les années, un cycle peu différent : si dans le Lyonnais l'évolution de *P. pentagona* comporte deux générations avec la possibilité d'une troisième partielle, dans le Midi méditerranéen, nous observons trois générations, la dernière n'étant fréquemment que partielle.

La mortalité hivernale, quant à son évolution présente un aspect identique : le taux de mortalité relativement constant durant la première partie de l'hiver, accuse parfois une nette augmentation en fin de saison au moment où l'Insecte reprend le cours normal de son développement. Si l'on excepte l'hiver 1955-1956, où les femelles hivernantes furent pratiquement détruites en totalité, dans le Lyonnais (*), l'importance de la mortalité hivernale reste peu différente de celle enregistrée dans la zone méridionale. En été, les mêmes remarques s'appliquent également.

Les conditions climatiques de ces deux régions n'ont donc pas une sensible répercussion sur l'évolution de la Cochenille.

Il en va tout autrement pour *Prospaltella berlesei* How. Dans la région lyonnaise, nous observons un cycle où quatre générations

(*) Seuls les insectes particulièrement bien protégés à la base des troncs, ou dans les anfractuosités de l'écorce furent le point de départ de nouvelles contaminations dès le printemps suivant.

successives apparaissent normalement. Pour la première génération, l'éclosion des adultes est groupée dans la deuxième quinzaine de mai. Mais par la suite, ces sorties d'adultes s'échelonnent d'une façon pratiquement ininterrompue durant tout l'été et le commencement de l'automne.

Par contre, c'est cinq générations successives qui se manifestent au cours de l'année dans le Bassin méditerranéen. Et la génération supplémentaire constatée, apparaît tôt au printemps, dans la dernière décade de mars. Elle coïncide avec la présence de femelles hôtes hivernantes ayant repris leur activité, mais dont l'ovogénèse n'est cependant pas achevée. Cette précocité d'attaque donne aux adultes de *Prospaltella* la possibilité de limiter la descendance de leur hôte en supprimant, en totalité ou en partie, la ponte, chez les femelles parasitées.

Aussi devons-nous rechercher la clef de l'efficacité parasitaire de *P. berleseï* dans l'existence de cette génération printanière précoce, seule visible normalement dans le Bassin méditerranéen.

CONCLUSION

Les deux hypothèses formulées pour expliquer le mécanisme des pullulations anormales de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. survenues en France ces dernières années, ont été vérifiées. Toutes deux impliquent, pour des raisons variées, la non-efficacité de son parasite spécifique *Prospaltella berleseï* HOW.

Par l'influence qu'elles présentent sur le cycle du Chalcidien, les conditions climatiques permettent une interprétation valable de son action, suivant les régions. Mais dans les vergers de pêcheurs régulièrement entretenus, la répercussion des traitements insecticides sur les divers stades du parasite demeure l'explication majeure à la limitation de la multiplication de *Prospaltella*. Ces deux actions concourent dans le Lyonnais à réduire à néant toute action possible de l'Hyménoptère en vergers.

L'utilisation pratique d'un parasite dans la lutte biologique contre les Cochenilles nécessite donc une étude préalable. Elle concerne l'écologie approfondie de l'hôte et de son parasite sous tous les climats, et la connaissance exacte du mode d'action des divers produits chimiques utilisés en vergers à la fois sur la Cochenille et sur les divers stades du parasite associé.

De telles observations nous sont nécessaires pour mener à bien sur une Cochenille voisine *Quadraspidiotus perniciosus* COMST., les essais de lutte biologique entrepris par acclimatation de son parasite spécifique *Prospaltella perniciosi* TOW.

ZUSAMMENFASSUNG

In Frankreich, wird *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (Homoptera-Diaspidinae) durch *Prospaltella berlesei* HOW. (Chalcidoidea-Aphelinidae) parasitiert. Aber, wird die Wespenvermehrung in einigen Gegenden oder in gewissen Bedingungen, um mit seinem Wirt wirksam zu kämpfen, ungenügend. Die beschränkenden Ursachen sind : die insekzentötenden Behandlungen und das Klima, welches der *Prospaltella*-Zyklus, nach der Gegenden, ändert.

BIBLIOGRAPHIE

- BENASSY, C. — 1954. Essai expérimental de constitution d'un foyer de *Prospaltella berlesei* how. dans le Lyonnais. — *C.-R. Ac. Agr. Fr.*, **40**, 528-530.
- BENASSY, C. — 1957. Emplois complémentaires de la lutte biologique et de la lutte chimique contre les Cochenilles-Diaspines : *P. pentagona* TARG. et *Q. perniciosus* COMST. — *C.-R. du IV^e Congr. Int. de Phytopharmacie, Hambourg* (sous presse).
- BENASSY, C. & H. BIANCHI. — 1957. Incidence des traitements insecticides sur les parasites de Coccides. Action de traitements « d'hiver » contre *Pseudaulacaspis pentagona* TARG., sur son parasite spécifique : *Prospaltella berlesei* how. — *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **6**, 135-141.
- BENNETT, F. D. — 1956. Some parasites and predators of *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. in Trinidad, B. W. I. — *Can. Ent.*, **38** (12), 704-705.
- BERLESE, A. — 1915. La distruzione della *Diaspis pentagona* o mezzo della *Prospaltella berlesei*. — *Redia*, **10**, 151-218.
- MONTI, L. — 1955. Ricerche etologiche su due Coccid *Diaspini* : « *Diaspis pentagona* » TARG. e « *Mytilococcus ulmi* » L., nella regione romagnola. — *Boll. Ent. Bologna*, **21**, 142-165.
- SUIRE, J. — 1948. Remarques sur la Cochenille du mûrier *P. pentagona* TARG. — *Actes du VII^e Congrès Séricicole Int. Alès France*, 725-730.

(I.N.R.A., Station de Zoologie agricole et laboratoire de lutte biologique, Antibes).

AUFTRETEN UND PERIODIK VERSCHIEDENER KRANKHEITEN UND PARASITEN BEI LARVEN DES MAIKÄFERS (*MELOLONTHA* spec.) (1) (2).

VON

O. F. NIKLAS

A. Einleitung

Unter den biotischen Widerstandsfaktoren der Maikäferlarven (*Melolontha* spec.) in Freilandpopulationen des Forstamts Lorsch ist der auffallendste die Rickettsiose (3). Über sie liegen mehrere Publikationen vor (KRIEG, 1955 a-c, NIKLAS, 1956, 1957, 1958 a-c). Andere in Lorsch aufgetretene Larvenkrankheiten sind bisher nur kurz behandelt worden (KRIEG, 1955 b; NIKLAS, 1956), ebenso Nematoden unter den Parasiten der Präimaginalstadien. Die parasitische Fliege *Megaselia rufipes* MEIG. wieder fand eine ausführliche Bearbeitung. Der vorliegende Beitrag bringt zu allen bisher am Lorsch Material beobachteten Krankheiten (ausser der Rickettsiose) und Parasiten eine ausführliche Darstellung ihres Auftretens und ihrer Periodik in den Laboratoriumszuchten und im Freiland (4).

(1) 6. Beitrag zu : « Freilanduntersuchungen über Engerlingskrankheiten ». Beitr. 1-5 : NIKLAS, 1956, 1957 a, 1958 a bis c.

(2) Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Verbandes Süddeutscher Zuckerrübenbauer e.V., Darmstadt.

(3) = Lorsch-Seuche. Erreger : *Rickettsia melolonthae* KRIEG. Einzelheiten und Literatur bei Krieg, 1955 a-c.

(4) Angaben über das Untersuchungsgebiet, das Forstamt Lorsch (Hessen), finden sich bei NIKLAS, 1956. Die dort ebenfalls dargestellte Arbeitsmethodik wurde im wesentlichen unverändert beibehalten.

Dem Reviervorwalter des Forstamts Lorsch, Herrn Forstmeister Dr. W. BERWIG, danken wir herzlich für die vielfältige Unterstützung unserer Freilandarbeiten, Herrn Dr. W. RÜHM, Hamburg-Reinbek, für Determinierung der weiter unten besprochenen Nematoden-Arten und für wichtige Hinweise auf deren Verbreitung und Biologie, für die freundliche Determinierung unseres Larvaevoriden-Materials Herrn Professor MESNIL, Zürich.

Im insektenpathologischen Laboratorium des Institutes erfolgten die Diagnosen abgestorbener *Melolontha*-Larven unter Aufsicht von Herrn Dr. A. KRIEG, die Bestimmung der insektenpathogenen Pilze durch Herrn Dr. E. MÜLLER-KÖGLER. Herr W. ROTH half bei einem Teil der Aussenarbeiten, Frau H. MONSHEIMER betreute die Laboratoriumszuchten der *Melolontha*-Larven.

B. Krankheiten der *Melolontha* Larven (ausser der Rickettsiose)

b 1) ALLGEMEINES.

Neben der Rickettsiose traten in unserem Material folgende Erreger oder Erregergruppen auf : Bakteriosen (abgekürzt = Bakt.), Mykosen (= Myk.), Wassersucht (= Wass.), Mikrosporidien (= Mikro.) und Flagellaten (= Flag.). Ein Teil der toten Larven und Puppen erlaubte, bei unspezifischen, äusseren Symptomen, keinen Nachweis irgendwelcher Erreger. Sie wurden als « ohne Krankheits-Befund » (= o.K.-B.) registriert.

Nach den äusseren Symptomen, wie Färbung und Turgor, lassen sich in manchen Fällen bereits Schlüsse auf die Todesursache ziehen. Diese Färbungstypen geben jedoch nur Anhaltspunkte, sie ersetzen eine mikroskopische oder serologische Diagnose nicht. Abweichungen von der « Typ-Färbung » sind häufig, zumal dann, wenn die abgestorbenen Tiere nicht unmittelbar nach dem Tode zur Untersuchung kommen.

b 2) BAKTERIOSEN.

Einen Überblick über die bisher bei *Melolontha*-Larven beschriebenen Bakteriosen gibt KRIEG (1955 b). Zu ergänzen ist dieses Verzeichnis durch die Arbeiten von HURPIN (1955), WILLE (1956) sowie von WILLE, GERIG und BRÖNNIMANN (1956).

Bodenbakterien kommen an den Larven und in deren Darm immer vor. Äusserliche Verletzungen sind bei den weichhäutigen Präimaginalstadien leicht möglich und führen rasch zu bakterieller Zersetzung. Ob bakterielle Infektionen auch vom Darmtraktus her erfolgen können, ist unbekannt. Verletzt werden die *Melolontha*-Stadien vor allem bei der Grabung. Hierbei wie beim Umsetzen im Laboratorium wurde auf vorsichtige Handhabung der Tiere besonderer Wert gelegt; die trotzdem auftretenden Beschädigungen fügen die Larven sich in den Zuchten zumeist selber mit den Mandibeln zu.

Alle Krankheitserreger der Gruppe « Bakteriosen » waren im Lorscheer Larvenmaterial unspezifisch. Nie fanden sich Sporenbildner vom Typ der « milky disease » des Japankäfers, *Popillia japonica* NEWM. (zusammenfassende Darstellung bei STEINHAUS, 1949). Sie sind bei *Melolontha*-Larven erst in den letzten Jahren aufgefunden worden (HURPIN, 1955; WILLE, 1956).

Nach Fig. 1 ist der Anteil in den Zuchten abgestorbener Larven von Oktober bis März relativ gering, von Mai bis Juli hoch. Im Mittel aller Beobachtungsjahre (Nebendiagramm der Fig. 1, rechts oben) sind drei Absterbep perioden erkennbar, mit Maximalwerten im Juni-Juli, November und Februar. Maximalzahlen der in den Zuchten jeweils vorhandenen Tiere (= Neuzugänge; Fig. 1, Hauptdiagramm, oberer Teil) werden von solchen des Bakt.-Sterbens nicht gefolgt oder begleitet.

Dies ist also keine ausschliessliche, direkte Folge der Grabungen mit ihren Schädigungsmöglichkeiten.

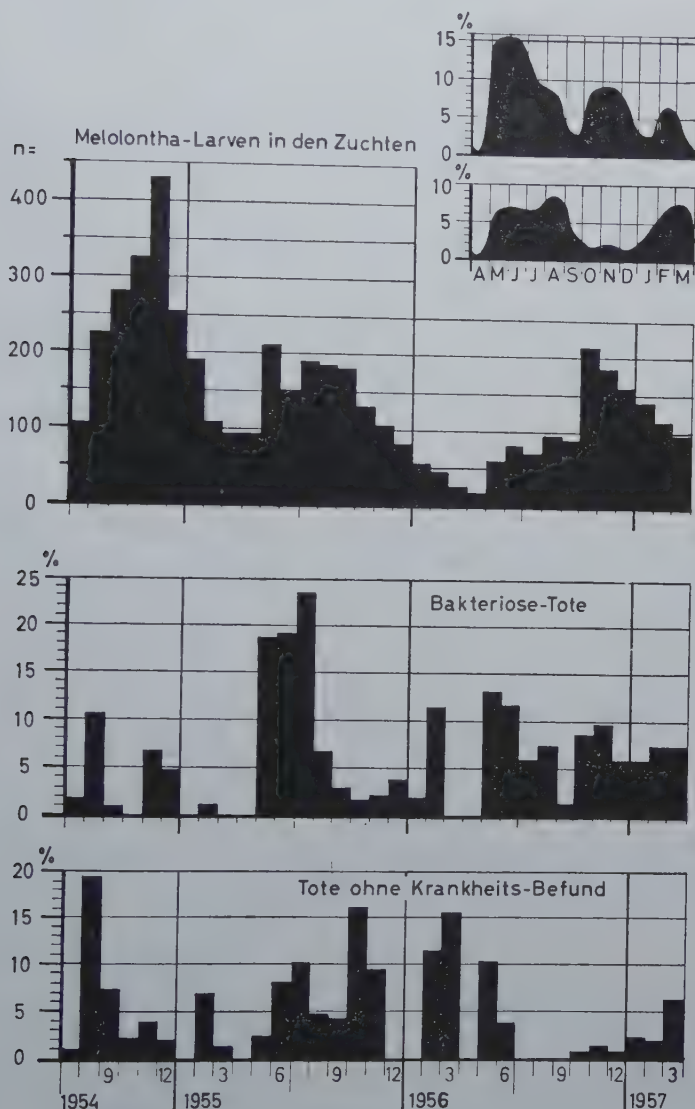


FIG. 1. — Absterben der *Melolontha*-Larven an Bakteriosen und « ohne Krankheits-Befund » in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Monatsweise zusammengefasst. Hauptdiagramm : Obere Reihe = absolute Zahlen der Tiere in den Zuchten. Mittlere und untere Reihe = Anteil der an Bakteriosen und ohne Krankheitsbefund gestorbenen Stadien in % der maximal im jeweiligen Monat vorhandenen Tiere. Nebendiagramm : Mittelwerte aus dem Material aller Zuchten 1954 bis 1957, schematisiert ; für eine Beobachtungsperiode von April bis zum nächsten März dargestellt.

TABELLE 1.

Verteilung toter *Melolontha*-Larven verschiedener Absterbeursachen nach Überlebenszeiten in den Laboratoriumszuchten.

(Überlebenszeit = Zeitspanne vom Einbringen bis zum Absterben; Verteilung in % aller zur jeweiligen Gruppe gehöriger Tiere; 30-Tage-Gruppen, ab 181 Tage: 180-Tage-Gruppen).

Überlebensdauer in Tagen:

	1 bis 30	31 bis 60	61 bis 90	91 bis 120	121 bis 150	151 bis 180	181 bis 360	361 bis 540	n =
Anteil der Toten in:	%	%	%	%	%	%	%	%	
a) Bakteriosen	58,6	15,1	4,6	3,6	1,6	1,8	8,6	6,0	498
b) ohne Krankheits-Befund	36,7	24,8	8,2	3,2	1,4	2,0	13,7	10,0	343
c) Mykosen	32,5	16,9	3,9	11,7	—	9,1	19,5	6,5	77
d) Wassersucht	29,4	14,8	22,0	—	—	1,5	10,3	22,0	68
e) Nematoden	80,5	11,7	4,2	3,6	—	—	—	—	156

TABELLE 2.

Anteile der einzelnen Krankheitserreger und Parasiten am Gesamtmaterial toter *Melolontha*-Larven der Zuchten 1954-1957.

	1954-1955 %	1955-1956 %	1956-1957 %
Rickettsiose (<i>Rickettsia melolonthae</i> KRIEG)	32,9	28,4	18,8
Bakteriosen	20,0	33,4	46,8
Mykosen (überwiegend <i>Beauveria tenella</i> SIEM)	5,1	2,8	6,9
Wassersucht	1,4	6,7	2,7
Mikrosporidiose (<i>Plistophora melolonthae</i> KRIEG)	1,1	—	—
Flagellatae (<i>Polymastix melolonthae</i> GRASSI)	0,3	—	—
Ohne Krankheits-Befund	34,4	13,5	11,0
Nematoda (überwiegend <i>Diplogasteroides berwigi</i> nov. sp.)	4,3	10,0	12,4
Larvaevoriden (<i>Dexia rustica</i> F.)	0,6	2,4	0,9
Phoridae (<i>Megaselia rufipes</i> MEIG.)	—	2,8	0,5
untersuchte Tiere; n =	350	539	218

Nach Tab. 1 a geht über die Hälfte aller Bakt.-Toten, 58,6 %, innerhalb der ersten 30 Tage nach Beginn der Zucht ein, in den nächsten 30 Tagen weitere 15,1 %. Erst wieder Tiere mit Überlebenszeiten von mehr als 181 Tagen sind zu einem höheren Anteil, insgesamt 14,3 %, vertreten. Der hohe Anteil Toter in der ersten Zeit nach Zuchtbeginn kann als Grabungsfolge gedeutet werden. Die nach 7-18 Monaten in den Zuchten gestorbenen Larven haben ihre Bakt.-Infektion erst hier erhalten, unbekannt, ob durch äusserliche Verletzungen oder durch den Darmtraktus.

Ein Vergleich der Laboratoriums-Periodik Bakt.-infizierter Tiere mit einer solchen im Freiland ist nicht möglich. Rasche Zersetzung im Boden, unspezifische Symptome und Verletzungen mit gleichzeitigem Bakt.-Befall bei der Grabung erlauben kein sicheres Erkennen der hierher zu zählenden Tiere. Im Gesamtmaterial der drei Zuchtperioden geht nach Tab. 2 der Anteil Bakt.-toter *Melolontha*-Larven von 1954-1955 bis 1956-1957 ständig herauf.

b 3) ABSTERBEN « OHNE KRANKHEITSBEFUND ».

Tote dieser Gruppe zeigten mikroskopisch keine Erreger oder sonstige, diagnostisch verwertbare Hinweise. Schwacher, lichtoptisch schwer erkennbarer Rickettsienbefall scheidet aus, da in allen hierher gezählten Fällen eine serologische Prüfung (Vergl. KRIEG, 1955 c) negativ ausfiel. Die frühere Kennzeichnung « Offenbar Sammelgruppe verschiedener Ursachen, zu denen zweifellos auch solche physiologischer Art gehören » (NIKLAS, 1956), kann auch nach den Untersuchungen zweier weiterer Jahre nicht ergänzt werden.

Maxima des Auftretens toter *Melolontha*-Larven o.K.-B. in den Zuchten waren nach Fig. 1 (Hauptdiagramm, unterer Teil) in den einzelnen Jahren zu zwei Hauptgruppen erkennbar: Mai-August und Februar-März. Sie sind im Mittel aller Beobachtungen deutlich (Fig. 1, Nebendiagramm). Zusammenhänge zwischen den Zugängen im Gesamtmaterial der Versuchstiere und dem Anfall Toter o.K.-B. bestehen auch hier nicht.

Gemäss Tab. 1 b fielen 36,7 % aller Toten dieser Gruppe in den ersten 30 Tagen nach Zuchtbeginn an, weitere 24,8 % in der folgenden 30-Tage-Gruppe; erst wieder nach einer Zuchtdauer von 181 Tagen abgestorbene Tiere waren mit 23,7 % vertreten. Die bald nach Zuchtbeginn o.K.-B. eingegangenen *Melolontha*-Stadien kann man vielleicht auf physiologische Schädigung durch Grabung und Milieuwechsel zurückführen; bei den nach 6 Monaten Zuchtdauer eingegangenen Tieren fehlen Anhaltspunkte für die Todesursache. Die zwei Krankheitsperioden der Gruppe « o.K.-B. » in den Zuchten legen die Vermutung nahe, es könnten auch hier Erreger noch unbekannter Natur ebenfalls mit beteiligt sein (siehe unten: Diskussion der Ergebnisse).

Freilandfunde dieser Krankheitsgruppe fehlen; ihr Anteil am Gesamtmaterial jeder der drei Zuchtperioden ging nach Tab. 2 von 1954-1955 bis 1956-1957 fortlaufend zurück.

b 4) MYKOSEN.

Durch Mykosen eingegangene *Melolontha*-Stadien unseres Materials hatten als Erreger überwiegend *Beauveria tenella* (DELACR.) SIEM. (= *B. bassiana* (BAIS.) VUILL.). Daneben trat *Fusarium* spec. auf, sekundärer Befall durch saprophytische Pilze nur wenig (im Gesamtmaterial aller Jahre : *B. tenella* = 68 %, *Fusarium* spec. = 21 %, Saprophyten = 11 %). *Fusarium*-Arten sind als primäre Krankheitserreger bei Insekten bekannt; Überprüfung der in unserem *Melolontha*-Material aufgetretenen Formen durch Reinkultur und Infektionsversuch war noch nicht möglich (mündliche Mitteilung Dr. MÜLLER-KÖGLER). So wurden im folgenden *B. tenella*- und *Fusarium*-Tote als « Mykosen » zusammengefasst; solche der Diagnose « Saprophyten » blieben unberücksichtigt.

Von *B. tenella* befallene Larven waren im typischen Fall rosa bis purpurrot, etwas geschrumpft und vom durchwuchernden Mycel hart. Solche Tiere fanden sich bei Freilandgrabungen gelegentlich, Stücke mit durchgebrochenem Mycel nie. Die « typische » Färbung war nur bei einem Teil der Fälle vorhanden, die übrigen waren normalfarbig bis braun.

Im Freiland gegrabene, infizierte und später in den Zuchten an Myk. gestorbene Larven waren nach Fig. 2 maximal im Juli und Oktober vertreten. In den Zuchten wies das Myk.-Absterben zwei Perioden: Juni-August und Dezember-März auf, bei den Grabungen erschienen äusserlich als verpilzt erkennbare Tiere im August und Oktober. Letztere fanden sich bei der herbstlichen Suche nach Rickettsiose-Kranken auf dem Waldboden; verantwortlich für das Aufwandern war wohl diese Erkrankung, jedoch sind ihre Erreger neben dem Pilzmycel nur selten sicher nachweisbar.

In den Zuchten überlebten von allen Myk.-infizierten *Melolontha*-Larven nach Tab. 1 c 32,5 % bis zu 30 Tage, ein etwa gleich hoher Anteil 31-120 und 151-540 Tage. Die länger überlebenden Tiere der Zuchten durchliefen bis zu drei Häutungen : Zwei als Ei eingebrachte starben als L_1 , ein als L_3 gegrabenes als Puppe.

Maximal traten Mykosen unter den Toten der drei Beobachtungsperioden zu 6,9 % auf (Tab. 2); eine deutliche Zu- oder Abnahmetendenz im Verlauf dieser Jahre fehlt.

Für diese Überlebenszeiten Mykose-infizierter Larven geben die Zuchtbedingungen keine Erklärung. Freiland-Infektionsversuche mit *B. tenella*-Sporen an *Melolontha*-Larven (SCHAERFFENBERG, 1952) zeigten das Maximum abgestorbener Tiere drei Monate nach Versuchsbeginn. Diese Zeit (gerechnet von Grabung bis Absterben) war

in unseren Zuchten z.T. um ein mehrfaches länger, so bei den oben genannten Fällen der beiden als Ei eingebrachten und als L_3 gestorbenen Tiere. Hier bleiben Infektionen innerhalb der Zuchten als einzige

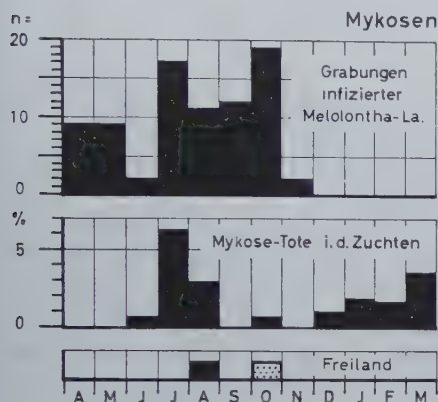


FIG. 2. — Absterben der *Melolontha*-Larven an Mykosen in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Mykose-infizierte Tiere aller Beobachtungsperioden zusammengefasst. Oben : absolute Zahlen infiziert gegrabener und später in den Zuchten an Mykosen gestorbener *Melolontha*-Stadien ; Verteilung der Tiere auf die Grabungsmonate. Mitte : Anteil Mykose-Toter in den Zuchten in % des jeweiligen monatlichen Gesamtmaterials. Unten : Auftreten Mykose-Toter bei den Freilandgrabungen, schematisch. Punktiert ist das Auftreten Myk.-Toter bei Rickettsiose-Kranken auf dem Waldboden vermerkt.

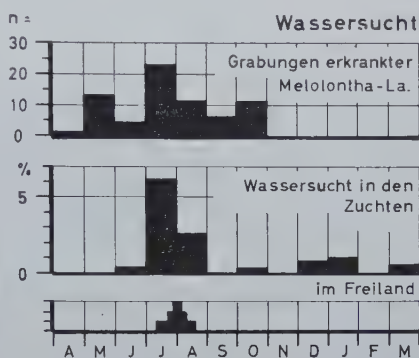


FIG. 3. — Absterben der *Melolontha*-Larven an Wassersucht in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Infizierte Tiere aller Beobachtungsperioden zusammengefasst. Oben : absolute Zahlen erkrankt gegrabener und später in den Zuchten an Wassersucht gestorbener *Melolontha*-Larven ; Verteilung der Tiere auf die Grabungsmonate. Mitte : Anteil Wass.-Toter in den Zuchten in % des jeweiligen monatlichen Gesamtmaterials. Unten : Auftreten Toter bei den Freilandgrabungen ; schematisch.

Erklärung, obwohl bei den Zuchtkontrollen gerade dies, soweit technisch durchführbar, zu vermeiden getrachtet wurde. Auch standen die Einzelzucht-Behälter unserer Versuche in stets der gleichen, durch die Nummerierung gegebenen Reihenfolge. Ihr entsprechend wurden die wöchentlichen Kontrollen durchgeführt, bei denen Sporenmaterial vom einen Tier zu einem der nächstfolgenden gelangen konnten. Alle Mykose-Fälle jedoch traten in keiner klar erkennbaren räumlichen und zeitlichen Beziehung zu früher festgestellten auf.

Bei 70 % aller Mykose-toten *Melolontha*-Larven ($n = 81$) war Pilzgewebe allein im abgestorbenen Tier nachweisbar. Zusammen mit Rickettsien trat es bei 4 %, mit Nematoden bei 3 % und mit Bakterien

bei 19 % der Tiere auf; der Rest waren Mischinfektionen mehrerer Erreger. Ihr Nachweis neben dem Pilzmycel des abgestorbenen Tieres ist in allen Fällen zu unsicher, als dass Schlüsse aus dem Überwiegen des einen oder anderen gezogen werden könnten.

b 5) WASSERSUCHT.

Die Wassersucht (engl. « dropsy », STEINHAUS, 1949, S. 418) wurde von HEIDENREICH (1939) beschrieben; der Autor vermutete eine Virose als Ursache. Die abgestorbenen Tiere sind im Bereich der Abdominalsegmente blasig aufgetrieben und wässrig durchscheinend, ihr Fettkörper ist aufgelöst. In der Haemolymph waren weder Einschlusskörper noch Elementarkörperchen nachweisbar, Blutbild und Anzahl der Blutzellen je Volumeneinheit sind gegenüber gesunden Tieren unverändert. Die Wass.-Toten sind innerlich bakteriologisch und mykologisch steril, Infektionsversuche brachten keine gesicherten Ergebnisse (nach mündlicher Auskunft von Dr. A. KRIEG; unveröffentlicht).

Nach Fig. 3 traten später an Wass. gestorbene *Melolontha*-Larven in den Grabungen des ganzen Sommers auf, maximal im Juli. Im gleichen Monat waren sie auch in den Zuchten am stärksten vertreten. Auf der Erdoberfläche fanden sich erkrankte Tiere nie.

In den Zuchten waren nach Tab. 2 d; 29,4 % aller Wass.-kranken Larven innerhalb der ersten 30 Tage eingegangen, 36,8 % starben in den folgenden 60, 33,8 % nach Überlebenszeiten von 151-540 Tagen. Letztere waren als L_1 und L_2 gegraben worden; sie starben, wie die Wass.-Kranken alle, als L_3 . Im Gesamtmaterial der drei Beobachtungsjahre trat die Krankheit maximal 1955-1956 bei 6,7 % aller Toten auf (Tab. 2).

Da ein Erregernachweis bisher nicht gelang, wurde unter den abiotischen Umweltfaktoren nach Ursachen gesucht. Die Wass. war im Freiland mehrfach von Hitzeperioden begleitet, so im Juli 1955 und 1957. Wass.-Tote traten jedoch in keinem Falle überall dort auf, wo starke Einstrahlung und damit Boden-Durchwärmung der von *Melolontha*-Larven befallenen Kulturen vorlagen. Überdies zeigte sich die Wass. auch in den Zuchten, deren Temperaturen nur selten und dann geringfügig 21-22 °C überstiegen. Beziehungen zu anderen Faktoren, wie z.B. Niederschlägen oder Besonderheiten in Bewuchs und Bodenverhältnissen, waren ebenfalls nicht erkennbar.

b 6) MIKROSPORIDIEN, FLAGELLATEN UND « SCHWARZFLECKIGKEIT ».

Mikrosporidien als Krankheitserreger bei *Melolontha*-Larven traten in dem Untersuchungsmaterial aus Lorsch nur 1954 mit 1,1 % aller Toten auf (Tab. 2). Die Art wurde von KRIEG (1955 b) als *Plisto-*

phora melolonthae n. spec. beschrieben. In den folgenden Jahren fanden wir die Erreger nur in wenigen Fällen, jedoch nicht mehr bei Wirtsstadien aus Lorsch.

Die Flagellate *Polymastix melolonthae* (GRASSI 1881) (*Mastigophora*; Ordnung *Polymastigina*; Familie *Trichomonadidae*; DOFLEIN-REICHENOW, 1952) trat in einer abgestorbenen, tintenfarbig-graublauen L_3 aus Lorsch im Jahre 1954 auf (Determinations: Dr. A. KRIEG).

Gelegentlich fanden sich *Melolontha*-Larven mit schwarzen, scharf begrenzten Flecken an den Intersegmentalhäuten, der Thoraxunterseite und zum Teil auch an den proximalen Extremitätengliedern. In den Zuchten beobachtete man häufig eine langsame Vergrößerung der Flecken, das Absterben erfolgte bei sehr unterschiedlichem Umfang der Schwarzfärbung, die mikroskopische Diagnose solcher Tiere war stets « Bakteriose ». Da schwarzfleckige Larven sich auch häuteten, verpuppten und Imagines lieferten, kann die Erscheinung nicht als alleinige Todesursache angesehen werden. Im äusseren Bild ähnelt sie der von *Lachnosterna* spec.-Larven (*) beschriebenen

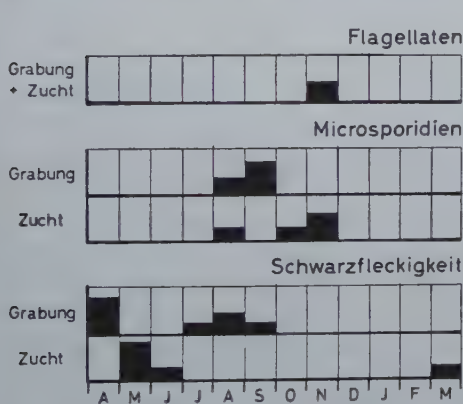


FIG. 4. — Absterben der *Melolontha*-Larven an Flagellaten, Microsporidien und Schwarzfleckigkeit in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Erkrankte Tiere aller Beobachtungsperioden zusammengefasst; Darstellung der geringen Zahlen wegen nur schematisch. Grabung = Auftreten infizierter und später abgestorbener Tiere in den Grabungen; Zucht = Absterben der infizierten Larven in den Zuchten.

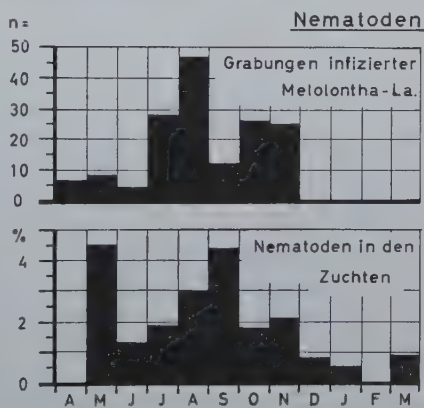


FIG. 5. — Absterben der *Melolontha*-Larven mit Nematoden-Befall in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Befallene Tiere aller Beobachtungsperioden zusammengefasst. Oben: absolute Zahlen parasitiert gegrabener und später in den Zuchten mit Nematoden-Befall eingegangener *Melolontha*-Larven; Verteilung der Tiere auf die Grabungsmonate. Unten: Anteil mit Nematoden-Befall eingegangener Wirtslarven in den Zuchten, in % des jeweiligen monatlichen Gesamtmaterials.

(*) Nordamerikanische, bodenbewohnende Scarabaeiden-Art.

Krankheit; Erreger war dort *Micrococcus nigrofaciens* NORTHROP (STEINHAUS, 1947; Seite 148). Bei unseren *Melolontha*-Larven waren die Stigmen jedoch nicht regelmässig Fleckenzentren (und Eintrittspforten der Erreger; siehe STEINHAUS, 1947, Legende zu Fig. 45); auch fehlten die bei *Lachnosterna*-Larven beschriebenen, zu schwärzlichen Stümpfen reduzierten Extremitäten.

Fig. 4 zeigt das Auftreten der drei Krankheiten im Freiland (= Grabung) und im Laboratorium (= Zucht). Bei dem einzigen Fall von Flagellaten-Infektion erfolgte der Tod des Wirtstieres wenige Tage nach der Grabung. Absterben durch Mikrosporidien setzte 1-6 Wochen nach der Entnahme aus dem Freiland ein; Schwarzfleckigkeit zeigte sich in den Zuchten sehr verschieden lange nach dem Einbringen der betreffenden Tiere. Der Anteil abgestorbener *Melolontha*-Larven war sehr gering (vergl. Tab. 2. Schwarzfleckigkeit ist hier nicht aufgeführt, da sie erst ab Sommer 1957 erfasst wurde).

C. Parasiten der *Melolontha*-Larven.

c 1) NEMATODEN.

Nematoden traten als Todesursachen bei den *Melolontha*-Larven unseres Materials mit maximal 12,4 % auf. Ihr Anteil stieg von 4,3 % aller Toten im Jahre 1954-1955 auf den oben genannten Wert bis 1956-1957 fortlaufend an.

Die beteiligten Arten waren : *Rhabditis* (*Caenorhabditis*) *dolichura* SCHNEIDER 1866, *Diplogasteroides berwigi* n. spec. (RÜHM, 1958) und eine zu den Oxyurata gehörende, nicht determinierbare Art.

R. dolichura ist kosmopolitisch verbreitet und hermaphroditisch; die Art kommt als Saprobiont in Erde, Mulm und ähnlichem Material vor. Sie fand sich sowohl in Larven von *Melolontha* spec. als auch in solchen von *Phyllopertha horticola* L. der gleichen Biotope in Lorsch. Die Oxyurata-Art wurde nur vereinzelt in wenigen Stücken beobachtet. Zahlreich dagegen war *D. berwigi* vertreten. Diese neue Art scheint für *Melolontha*-Larven spezifisch zu sein; die Parasiten enthielten auffallend starke Bakterienansammlungen.

Über die Lebensweise der drei Arten und vor allem über ihr Eindringen in den Wirt ist nichts bekannt. Mit der Nahrung können Eier, Zysten oder Adulte leicht aus dem Boden in den Engerling und aus dessen Darmtraktus in die Körperhöhle gelangen; ob auch andere Infektionsweisen bestehen, ist noch zu klären. Ebenso ist unbekannt, ob der Saprobiont *R. dolichura* nur bereits kranke Wirts-Larven befällt oder als Primärparasit auch gesunde. Als solche, wenigstens äusserlich, kamen alle Larven unseres Materials in die Zuchten. Im Folgenden werden die drei Arten nicht getrennt behandelt, sondern unter « Nematoden » zusammengefasst.

Nach Fig. 5 erscheinen Nematoden-infizierte *Melolontha*-Stadien in allen sommerlichen Grabungen, maximal im August. Das Absterben in den Zuchten verteilt sich auf das ganze Jahr, es hat Spitzenwerte im Mai und September. Lediglich Larven waren befallen, Puppen oder Ruhe-Imagines im Boden nicht.

Die meisten infizierten Larven starben innerhalb der ersten 60 Tage nach der Grabung (Tab. 1 e), nur wenige noch später. In der Hälfte aller Fälle (50,6 %) waren Nematoden allein in den abgestorbenen Wirten vorhanden. Sonst fanden sie sich vergesellschaftet mit Bakt. zu 30,8 %, mit Rick. zu 15,4 %, zu 3,2 % insgesamt mit Myk., Schwarzfleckigkeit und auch Larvaevoriden. Möglicherweise können Nematoden als Träger von Krankheitserregern wirken; die oben erwähnten Bakterienansammlungen in *R. dolichura* sind hierauf ein Hinweis.

c 2) PHORIDEN :

Megaselia rufipes MEIG. (Dipt.-Phorid.) beobachteten wir erstmalig 1955 als Parasit von *Melolontha*-Stadien. Die Art ist weit verbreitet, lebt jedoch nur fakultativ parasitisch, zumeist aber polyphag saprophytisch. Im Lorsche Material trat *M. rufipes* nur an den Juli und August gegrabenen Wirtsstadien auf, am stärksten in den Puppen. Sie hat an *Melolontha spec.* nur eine Generation; im Laboratorium schlüpften die Imagines Anfang Oktober (vergl. Fig. 6). Freilandüberwinterung im Wirt ist möglich : Im März 1957 bohrten sich Phoriden-Larven unserer Art aus einer im November 1956 gegrabenen Wirtslarve aus. Als Vernichtungsfaktor in *Melolontha*-Larven-Populationen spielte *M. rufipes* nur eine geringe Rolle, Tab. 2 (vergl. NIKLAS, 1957).

c 3) LARVAEVORIDEN.

Von Larvaevoriden befallene *Melolontha*-Larven unseres Materials waren mit maximal 2,4 % in einer Beobachtungsperiode (Tab. 2) auch nur gering vertreten. Es handelte sich um *Dexia rustica* F. (Dipt.-Larvaevorid.-Dexiinae), dem wohl häufigsten Melolonthinen-Parasiten im europäischen Verbreitungsgebiet. Seine Lebensweise wurde von BOVIEN (1939, 1940) und WALKER (1944) ausführlich dargestellt : Eine Generation, Imagines erscheinen im Hochsommer, Larvenentwicklung bis zum nächsten Frühjahr, Puppenruhe 3-5 Wochen. Nach unseren Beobachtungen traten parasitierte Wirtsstadien maximal in den Juli-Grabungen auf (Fig. 6), die Imagines schlüpften im August und September des folgenden Jahres. Befallen waren überwiegend L₂ und L₃; diese Tiere kamen noch zu den Larvenhäutungen, jedoch nicht mehr zur Verpuppung.

Die zum Teil beträchtlichen Grössenunterschiede der Imagines lassen in unserem Material keinen Zusammenhang mit Alter und

Grösse der Wirtsstadien erkennen (brieflich geäusserte Vermutung von Herrn Professor MESNIL). WALKER gibt an, dass kleinere Imagines aus mehrfach belegten Wirtsstadien schlüpfen (loc. cit.) und dass in kleinen *Melolontha*-Larven die der Fliegen sich zumeist nicht weiter entwickeln. Wir zogen ein (kleines) *D. rustica* ♂ aus einer als L_1 gegrabenen (und belegten) Wirtslarve, die in der Zucht dann als L_2 kurz vor der Häutung zur L_3 abstarb.

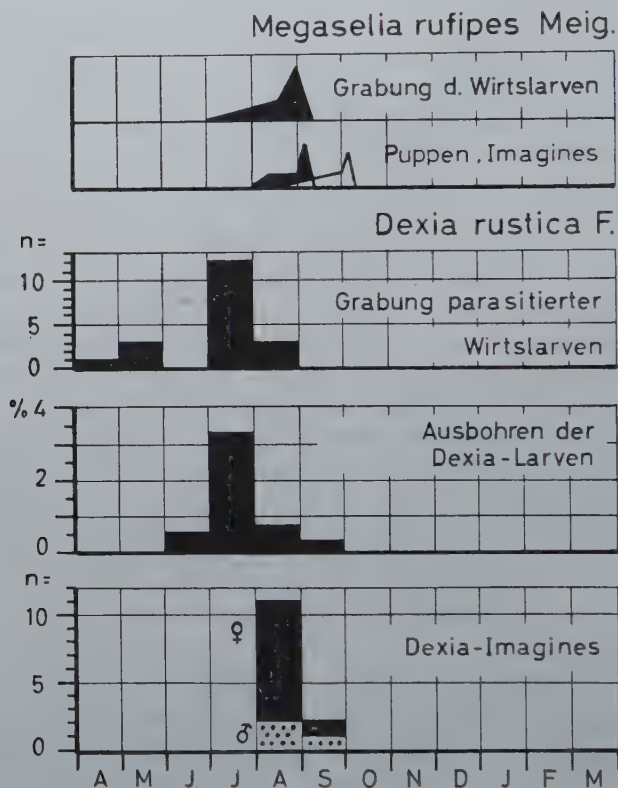


FIG. 6. — Befall der *Melolontha*-Larven durch *Megaselia rufipes* MEIG. (Dipt.-Phorid.) und *Dexia rustica* F. (Dipt.-Larvaevorid.) in den Laboratoriumszuchten 1954 bis 1957.

Parasitierte Wirtslarven aller drei Beobachtungsperioden zusammengefasst. *M. rufipes*: Häufigkeit des Auftretens parasitierter Wirte in den Grabungen (oben) und Erscheinen der Fliegenpuppen (schwarz) sowie -imagines (weiss) in den Zuchten (unten). (Schematisch, nach NIKLAS, 1957). — *D. rustica*: Oben: absolute Zahlen parasitiert gegrabener und später in den Zuchten durch Larvenbesatz eingegangener *Melolontha*-Stadien. Mitte: Anteil der von *D. rustica*-Larven verlassenen Wirten in den Zuchten, in % des jeweiligen Gesamtmaterials. Unten: absolute Zahlen geschlüpfter *D. rustica*-Imagines (Verteilung der Tiere auf die Grabungsmonate).

D. Krankheits- oder Parasitenbefall und Wirtslarven-Entwicklung.

Die Engerlingsentwicklung ist in den Zuchten durch gleichbleibende Temperaturen und Fortfall der Winterruhe gegenüber dem Freilande stets beschleunigt. Verglichen mit den zu Saisonbeginn gegrabenen Larven der Zuchten sind jedoch bei allen später eingebrachten Tieren die Häutungen immer etwas verzögert. Rickettsiose-krankte *Melolontha*-Larven häuten sich demgegenüber nur in ganz wenigen Fällen, sie sterben überwiegend im Ausgangsstadium der Grabung. (NIKLAS. 1958 a).

TABELLE 3.

Absterben und Häutungen kranker *Melolontha*-Larven
in den Laboratoriumszuchten 1955-1956.

(Rickettsiose hier nicht berücksichtigt. Zusammengefasst nach Ausgangsstadien bei der Grabung und nach Todesursachen; hier ohne Berücksichtigung der Ausgangsstadien. Verglichen wurde die Entwicklung kranker Larven mit der gesunder von gleicher Herkunft und gleichem Zuchtbeginn; sie wurde gekennzeichnet durch das Absterben jeweils vor oder nach der entsprechenden Normalhäutung. Anteile in % der Tiere jeder Gruppe ausgedrückt).

Absterben :		Nach Ausgangs- stadien zusam- mengefasst :			Nach Todesursachen zu- sammengefasst :				Alle
		L ₁	L ₂	L ₃	Bakt.	o.K.B	Myk.	Wass.	
ohne weitere Häutung; zur Zeit der 1. Normal- häutung	vorher	38,1	48,9	89,2	76,0	60,3	66,7	77,7	72,3
	danach	—	11,1	9,6	10,2	7,9	25,0	2,8	9,4
nach der 1. Normal- häutung	1-3 Wo- chen danach	—	—	1,2	—	3,2	—	—	0,7
	4 und mehr Wochen danach	38,1	40,0	—	11,4	27,0	8,3	19,5	15,8
nach der 2. Normal- häutung	1-3 Wo- chen danach	14,3	—	—	1,8	—	—	—	1,1
	4 und mehr Wochen danach	9,5	—	—	0,6	1,6	—	—	0,7
n =		21	90	167	167	63	12	36	278

Nach Tab. 3 verursachen andere Larvenkrankheiten (ausser der Rickettsiose) keine ausgeprägten Entwicklungsverzögerungen. Es starben insgesamt 81,7 % der Larven ohne eine weitere Häutung in den Zuchten, 16,5 % nach der ersten und 1,8 % nach der zweiten Normalhäutung. Bei den einzelnen Krankheitsgruppen wurden diese Mittelwerte zum Teil erheblich unter-oder überschritten. Von den drei Larvenstadien (ohne Berücksichtigung der Todesursache) starben 38,1 % der L_1 vor der ersten Häutung, gleich viel vor der zweiten und noch 23,8 % vor der dritten. 40 % der L_2 häuteten sich zur L_3 und starben dann; nur 1,2 % der L_3 verpuppten sich noch, ehe sie eingingen. Bei allen drei Stadien starb der weitaus grössere Teil vor dem Zeitpunkt der ersten Normalhäutung nach Zuchtbeginn.

Alle Tiere mit Nematoden-Befall gingen in den Zuchten ohne weitere Häutungen, überwiegend vor dem Termin der ersten Normal-Umwandlung ein. Parasitierung durch Phoriden und Larvaeoriden beeinflusste die Häutungen der Wirtslarven nicht erkennbar. Durch *M. rufipes* befallene Wirtslarven konnten sich noch zur Puppe umwandeln, solche mit *D. rustica* häuteten sich zu den Terminen der gesunden *Melolontha*-Larven; Verpuppung wurde hier nicht beobachtet.

E. Diskussion.

Alle in unserem Material beobachteten Krankheiten der *Melolontha*-Larven, ebenso auch der Nematoden-Befall, zeigten in den Laboratoriumszuchten eine deutliche Periodik. Bakteriosen wiesen drei Ausbruchsperioden auf (Fig. 1), bei «ohne Krankheits-Befund» waren es zwei (Fig. 1), ebenso bei Mykosen (Fig. 2), Wassersucht (Fig. 3; die zweite Periode schwach ausgeprägt), Nematoden (Fig. 5) und vielleicht auch bei Schwarzfleckigkeit (Fig. 4, unten; hier lag ein nur geringes Beobachtungsmaterial vor). Die zwei Ausbruchsperioden der Rickettsiose in den Zuchten wurden bereits ausführlich dargestellt (NIKLAS, 1958 a und b). Bei Flagellaten und Mikrosporidien ist ähnliches, der wenigen aufgetretenen Stücke wegen, nicht nachzuweisen.

Besonders günstige Verhältnisse (herbstliches Ausbohren absterbender Kranker auf dem Waldboden) gestatteten es bei der Rickettsiose, die Periodik in den Zuchten einer solchen im Freiland zuzuordnen. Ähnliche Vergleiche sind bei den anderen Absterbeursachen nur in einigen Fällen möglich. Sichere Freilandfunde toter *Melolontha*-Larven lagen bei Mykosen und Wassersucht vor. (vergl. Fig. 2 und 3). Hier traten sie ungefähr zum Zeitpunkt der sommerlichen Absterbeperiode in den Zuchten auf. Bei der Rickettsiose entsprach ein sommerliches Ausbruchsmaximum im Laboratorium dem Auftreten Kranker

im Freiland noch im Herbst des gleichen Jahres. Analog hierzu darf bei den anderen Krankheiten angenommen werden, dass ihre Sommerperiode des Laboratoriums im Freiland auch einer solchen der gleichen Saison, die des Winters aber derjenigen der nächsten draussen zuzuordnen ist.

Die Grabungen nach *Melolontha*-Stadien im Freiland erfolgten von April bis Ende Oktober in annähernd gleichen Zeitabständen. Das Auftreten infizierter Tiere in diesen Grabungen zeigt eine ganz ähnliche Periodik wie deren nachfolgendes Absterben, die Maxima sind nur vorverlegt. Im Laboratorium folgen die Absterbeperioden einander bald, im Freiland schreitet die Erkrankung während der winterlichen Entwicklungsruhe nur ganz langsam voran und ergibt erst wieder im Sommer darauf die nächste Ausbruchperiode.

Die Fig. 7 versucht, dies für eine «hypothetische» Krankheit der *Melolontha*-Larven schematisch darzustellen. Der obere Teil des Schemas gibt die Absterbeperiodik in den Zuchten, der mittlere das

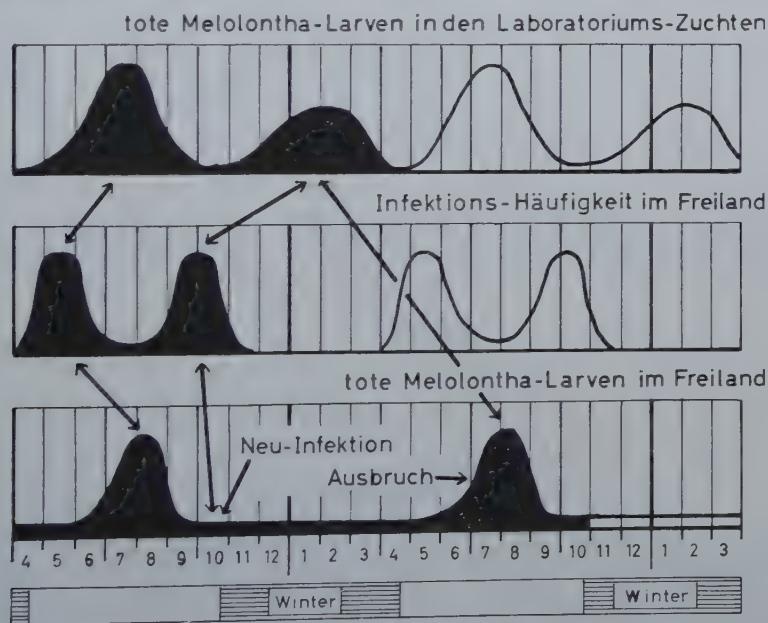


FIG. 7. — Infizierte und tote *Melolontha*-Larven im Freiland und in den Laboratoriumszuchten; schematisch für eine hypothetische Engerlingskrankheit dargestellt (Diskussion im Text).

Auftreten infizierter Tiere in den Grabungen an. Der untere Teil stellt das Absterben im Freiland dar; die Pfeile weisen auf die einander entsprechenden Perioden in Zuchten und Freiland hin. Infizierte Tiere vom Saison-Beginn sterben im Laboratorium Mitte Juli ab, im

Freiland etwas später. Tiere des zweiten Infektionsmaximums gehen in den Zuchten während der Monate Dezember bis März ein, im Freiland verzögert die Winterruhe den Krankheitsausbruch, der nun erst im Sommer darauf erfolgt. Krankheitserreger für die herbstliche Infektionsperiode lieferten die abgestorbenen Tiere des Sommers. Bei Toten « ohne Krankheitsbefund » ist der hier ebenfalls vorhandenen beiden Absterbemaxima wegen vielleicht auch die Mitbeteiligung von noch unbekannten Krankheitserregern denkbar.

Nematoden unter den *Melolontha*-Parasiten lassen die gleiche Periodik erkennen. Unter den parasitischen Insekten könnte *Megaselia rufipes* MEIG. mehrere Generationen am *Melolontha*-Wirt haben; offenbar finden die Fliegen jedoch nur zu den im Hochsommer nahe der Erdoberfläche lebenden Wirtslarven Zugang und wählen sonst Ersatzwirte oder- substrate für die Eiablage. *Dexia rustica* F. hat nur eine Generation, kann deshalb auch nur einmal im Jahr neue Wirtslarven befallen, mit nur einem Maximum des Auftretens.

Alle Krankheitserreger verzögern bei ihren infizierten *Melolontha*-Wirten deren Entwicklung gegenüber Gesunden mehr oder weniger stark oder unterdrücken sie ganz. Im Extrem ist dies bei der Rickettsiose ausgeprägt, am schwächsten bei den Bakteriosen. Im ersten Falle, bei etwa viermonatiger Krankheitsentwicklung im Wirt, erfolgt bei infizierten Larven in den meisten Fällen überhaupt keine Häutung; im letzteren Falle, bei kurzer Krankheitsdauer, sterben die meisten bakteriösen Larven noch vor den normalen Häutungsterminen. Durch parasitische Nematoden und Insekten wird eine ähnliche Erscheinung nicht verursacht.

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft; Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt).

F. Zusammenfassung.

Ausser der Rickettsiose traten im Lorscher Untersuchungsgebiet (Kiefern-Buchen-Forst der Rheinebene, südwestlich Frankfurt a.Main) weitere Krankheiten und Parasiten der Larven von *Melolontha* spec. (*M. melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) auf.

Es waren dies : Bakteriosen, ausschliesslich Fäulniserreger, keine sporenbildenden und *Melolontha*-spezifischen Arten (Möglicherweise wird « Schwarzfleckigkeit » bei den Wirtslarven auch von Bakterien verursacht). Mykosen, *Beauveria tenella* (DELACR.) SIEM. (= *B. bassiana* (BALS.) VUILL.) und *Fusarium* spec. Microsporidien, *Plistophora melolonthae* KRIEG. Flagellaten, *Polymastix melolonthae* (GRASSI 1881). Nematoden, *Diplogasteroides berwigi* n.spec. und *Rhabditis* (*Caenorhabditis*) *dolichura* (SCHNEIDER 1866). Dipt.-Phoridae, *Megaselia rufipes* MEIG. Dipt.-Larvaevoridae, *Dexia rustica* F. Im äusseren Erscheinungsbild gut gekennzeichnet, hinsichtlich der Ursache noch nicht geklärt, war die « Wassersucht »; zahlreiche Wirtsstadien starben « ohne Krankheits-Befund »,

wobei neben physiologischen auch die Einwirkung pathologischer Faktoren angenommen wird.

All diese Mortalitätsfaktoren der *Melolontha*-Stadien zeigten in den Laboratoriumszuchten und im Freiland deutliche Absterbeperioden. Deren allgemeine Gesetzmässigkeiten, der Infektionsverlauf im Freiland und das Absterben dort wie in den Zuchten, werden dargestellt und diskutiert, ebenso die z.T. erhebliche Entwicklungsverzögerung infizierter Wirte.

SUMMARY

Investigations on appearance and periodicity of diseases and parasites of white grubs of the European cockchafer *Melolontha* spec. (*M. melolontha* L. and *M. hippocastani* F. in mixed populations) were carried out in Lorsch (Germany : pine-beech-forest, Rhine-valley, southwest of Frankfurt am Main). A rickettsial disease was dealt with in previous papers (*Rickettsia melolonthae* KRIEG), the present one describes the other observed mortality factors. They were :

Bacteria : only unspecific species occurred, spore-forming and specific ones never (A « black-spot disease » of white grubs might probably also be caused by bacteria). Fungous infections were caused by *Beauveria tenella* (DELACR.) SIEM. (= *B. bassiana* (BALS.) VUILL.) and *Fusarium* spec., Protozoan infections by the Flagellata *Polymastix melolonthae* (GRASSI 1881) and the Microsporidian *Plistophora melolonthae* KRIEG. Parasites were the Nematodes *Diplogasteroides berwigi* n.spec. and *Rhabditis* (*Caenorhabditis*) *dolichura* SCHNEIDER 1866 and from insects *Megaselia rufipes* MEIG. (Dipt.-Phoridae) and *Dexia rustica* F. (Dipt.-Larvaevorid.). Well characterized by external symptoms but not so regarding the causal agent was the « Wassersucht » (dropsy). Numerous grubs died « without disease recognition » (« Ohne Krankheits-Befund », abbrev. o.K.B.). Here physiological besides pathological causes are suggested.

All these factors showed a distinct periodicity of infection and mortality in the laboratory and in the field. Their general outlines, the periods of infection in the field and those of mortality in the field and the laboratory are demonstrated and discussed, as well as the retardation of development of the infested hosts.

LITERATUR.

- BOVIEN, P. & N., BOLWIG. — 1939. *Dexia rustica* FABR. Oldenborre-larvens vigtigste snylteflue. — *Tidsskr. Planteavl.*, **43**, 801-818.
- BOVIEN, P. & N. BOLWIG. — 1940. Fortsatte lakttagelser over *Dexia rustica* og dens Biologie. — *Tidsskr. Planteavl.*, **44**, 499-503.
- DOFLEIN, F. & E. REICHENOW. — 1953. Lehrbuch der Protozoenkunde. — 6. Aufl., 2. Teil, Jena.
- HEIDENREICH, E. — 1939. Untersuchungen an Viruskrankheiten einiger Forstinsekten. — *Verhandl. 7. Internat. Kongr. f. Entomol.*, Berlin 1938. Weimar 1939, Bd. III, 1963-1973 + Taf. 216-219.
- HURPIN, B. — 1955. Sur une « maladie laiteuse » des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coléopt. - Scarabaeid.). — *C. R. Soc. Biol.*, **149**, 1966.
- KRIEG, A. — 1955 a. Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Pathologie der « Lorsch'schen Erkrankung » von Engerlingen und zur Zytologie der *Rickettsia melolonthae* nov. spec. — *Ztschr. f. Naturforschg.*, **10** b, 34-37.
- KRIEG, A. — 1955 b. Über Infektionskrankheiten bei Engerlingen von *Melolontha* spec. unter besonderer Berücksichtigung einer Mikrosporidien-Erkrankung. — *Zentralbl. f. Bakt.*, II. Abt., **108**, 535-538.
- KRIEG, A. — 1955 c. Untersuchungen zur Wirbeltierpathogenität und zum serologischen Nachweis der *Rickettsia melolonthae* im Arthropod-Wirt. — *Naturwiss.*, **42**, 609-610.

- NIKLAS, O. F. — 1956. Untersuchungen über das Auftreten von Krankheiten und Schädigungen, insbesondere über die « Lorsch-Seuche » *Rickettsia melolonthae* KRIEG in Freilandpopulationen des Maikäfer-Engerlings (*Melolontha spec.*). — *Ztschr. f. Pflanzenkrankh.*, **63**, 81-95.
- NIKLAS, O. F. — 1957 a. Zur Temperaturabhängigkeit der Vertikalbewegungen Rickettsiose-kranker Maikäfer-Engerlinge (*Melolontha spec.*). — *Anz. f. Schädlingskde.*, **30**, 113-116.
- NIKLAS, O. F. — 1957 b. Die Buckelfliege *Megaselia rufipes* MEIG. als Parasit bei Maikäfer-Engerlingen und -Puppen (*Melolontha spec.*) (Dipt.-Phorid. — Coleopt.-Scarabaeid.). — *Nachr.-Bl. d. dtsh. Pflanzenschutzdienstes*, **9**, 33-36.
- NIKLAS, O. F. — 1958 a. Entwicklung und Rickettsiose-Auftreten bei Larven vom Maikäfer (*Melolontha spec.*) im Freiland und im Laboratorium. — *Ztschr. f. angew. Zool.* (Im Druck).
- NIKLAS, O. F. — 1958 b. Freiland- und Laboratoriumsbeobachtungen über Auftreten und Auswirkungen einer Rickettsiose von Maikäfer-Engerlingen (*Melolontha spec.*). — *IV. Internat. Pflanzenschutz-Kongr. Hamburg 1957* (Im Druck).
- RÜHM, W. — 1958. *Diplogasteroides berwigi* nov. spec. (im Druck).
- SCHAEFFENBERG, B. — 1952. Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen. I. *Beauveria densa* LINK., ein Hauptparasit von *Melolontha spec.* — *Anz. f. Schädlingskde.*, **25**, 166-170.
- STEINHAUS, E. A. — 1947. *Insect Microbiology*. — Ithaca-New York, 2. Aufl.
- STEINHAUS, E. A. — 1949. *Principles of Insect Pathology*. — New York - Toronto-London.
- WALKER, M. G. — 1944. Notes on the biology of *Deria rustica* F., a dipterous parasite of *Melolontha melolontha* L. — *Proc. Zool. Soc. London (A)*, **113**, 126-176.
- WILLE, H. — 1956. *Bacillus fribourgensis* n. sp., Erreger einer « milky disease » im Engerling von *Melolontha melolontha* L. — *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, **29**, 271-282.
- WILLE, H. L. GERIG & H. BRÖNNIMANN. — 1956. Uratkristalloide in den Fettkörperzellen des Maikäfers, *Melolontha melolontha* L. — *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, **29**, 255-267.

(Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft,
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

SOMMAIRE

L'Assemblée générale de la CILB (Paris, 26-28 février 1958), p. 89. — BENASSY, C. : Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. dans le Midi méditerranéen (*Hom. Diaspidinae*), p. 93. — FRANZ, J. : Studies on *Laricobius erichsonii* ROSENH. (*Coleoptera: Derodontidae*), a predator on Chermesids; part I : distribution, life-history and ecology, p. 109; part II : external anatomy, p. 165. — VAGO, C. & L. VASILJEVIC : Polyédrie cytoplasmique chez l'écaille fileuse, *Hyphantria cunea* DRURY (*Lep. Arctiidae*), p. 197. — Informations diverses, p. 199.

L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA C.I.L.B.

(PARIS, 26-28 FÉVRIER 1958)

La première Assemblée générale plénière de la C.I.L.B. tenue à Paris les 26, 27 et 28 février 1958 a été solennellement ouverte, au nom de M. le ministre de l'Agriculture, par M. R. BRACONNIER, Directeur général de l'Agriculture.

Douze pays et huit Institutions y étaient représentés et les débats ont été également suivis par des observateurs de la Food Agricultural Organisation (F.A.O.), de l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (O.E.P.P.), de l'U.S. Bureau of Entomology et de diverses Institutions nationales et internationales.

Après les brèves, éloquentes et positives allocutions de M. le directeur général de l'Agriculture et de M. le président BALACHOWSKY, les deux premières séances ont été consacrées à la discussion du rapport général d'activité, du rapport financier et aux élections pour le renouvellement du Bureau exécutif qui est ainsi constitué :

Président	Professeur A. S. BALACHOWSKY (France).
Vice-Présidents...	MM. VAN DEN BRUEL (Belgique), FRANZ (Allemagne) et DAVATCHI (Iran).
Secrétaire général.	Docteur P. GRISON (France).
Trésorier	Professeur P. BOVEY (Suisse).
Membres	MM. CASTEL-BRANCO (Portugal), MORALES AGACINO (Espagne), TADIC (Yougoslavie), Professeur RUSSO (Italie), JAMOSSI (Tunisie), SCHNEIDER (Suisse).

Puis le fonctionnement des Centres de la C.I.L.B. (Publication, Documentation et Identification) a été exposé par les responsables agissant au nom du Bureau exécutif. L'assemblée se félicite du succès, de la Revue Internationale *Entomophaga* et a adopté le projet de contrat établi avec le Conseil administratif de la ville de Genève fixant les conditions d'installation du Centre d'identification au Muséum d'Histoire naturelle de cette ville.

Les autres séances ont été consacrées à la discussion des rapports présentés par les responsables des groupes de travail.

Utilisation de *Prospaltella perniciosi* contre le Pou de San José.

Au cours de la troisième réunion du groupe de travail tenue à Stuttgart les 4 et 5 septembre 1957, les spécialistes européens, après avoir pris note qu'entre les années 1954 et 1957, 2 600 000 parasites avaient été lâchés dans la région d'Heidelberg avec une proportion de 40 à 70 % de survie par un froid de -28°C , ont estimé :

1° qu'il est possible de mettre au point un système économique d'élevage des parasites, avec peu de personnel;

2° que le lâcher des parasites dans les vergers, effectué sous bâches en matière plastique, est résolu d'une manière satisfaisante;

3° que le parasite peut hiverner et se disperser naturellement autour d'un point de lâcher.

En conséquence, l'Assemblée générale a approuvé les conclusions des spécialistes et adopté une résolution aux termes de laquelle il et fait appel aux Gouvernements intéressés pour envisager le financement d'un insectarium international pour la production massive de *Prospaltella perniciosi*. Les essais d'acclimatation et les études écologiques seront encore poursuivis notamment dans les régions méditerranéennes.

Lutte biologique contre *Dacus* et *Ceratitis*.

L'Assemblée générale a adopté le rapport du groupe établi à la suite de la réunion d'Avignon tenue les 19 et 20 février 1957 et elle a souhaité l'extension et une plus étroite coordination des recherches entreprises sur ce sujet dans les différents centres d'étude nationaux.

Elle a pris connaissance avec intérêt des résultats obtenus en 1957 en matière d'élevage artificiel industriel de *Ceratitis capitata* par M. FÉRON : (voir mémoire *Entomophaga*) et espère que le difficile problème de l'élevage permanent de *Dacus oleae* sera également résolu.

Elle a demandé aux pays intéressés de prévoir le financement des prospections à entreprendre dans d'autres continents par une équipe internationale de spécialistes parallèlement aux élevages de multiplication et aux essais d'acclimatation qui seraient effectués dans les régions méditerranéennes.

Doryphore.

Deux réunions préparatoires de spécialistes ont eu lieu en 1957, l'une à Gembloux le 22 février, l'autre à Hambourg le 11 septembre. Les propositions suivantes ont été adoptées :

1^o En Europe, poursuivre les recherches écologiques afin de définir les meilleures conditions d'acclimatation des parasites et prédateurs dont les méthodes d'élevage devront être mises au point;

2^o En Amérique, reprendre les prospections dans les régions du Sud des Montagnes Rocheuses et de l'Amérique Centrale où des récoltes de parasites ne paraissent pas avoir été effectuées systématiquement ;

3^o Confier au Docteur FRANZ la centralisation de la documentation américaine et européenne sur la dynamique des populations du Doryphore et sur la biologie des parasites et prédateurs connus.

Défoliateurs forestiers méditerranéens.

L'Assemblée a adopté les principales conclusions suivantes du colloque tenu à Madrid les 7 et 8 octobre 1957 :

1^o il est indispensable d'accorder une place importante aux études de systématique en raison de l'insuffisance de nos connaissances dans le domaine des parasites indigènes des Lépidoptères forestiers ;

2^o il est confié à M. BILIOTTI l'étude monographique du complexe biologique de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF en rassemblant les documents et les échantillons des divers secteurs méditerranéens ;

3^o il est enregistré les résultats satisfaisants obtenus par l'emploi de germes pathogènes et il est envisagé l'expérimentation des préparations à base de *Bacillus thuringiensis* contre *Tortrix viridana*.

Hyphantria cunea

L'Assemblée adopte la conclusion de la Conférence du 11 juillet 1957 tenue entre les représentants de C.I.L.B., F.A.O. et O.E.P.P. engageant la C.I.L.B. à constituer un groupe de travail sur l'opportunité biologique et économique de poursuivre les recherches et réalisations sur la Lutte biologique contre ce ravageur.

Elle a enregistré avec reconnaissance les offres de coopération technique faites par le docteur LOGOTHETIS, délégué de F.A.O. ainsi que celles qui avaient déjà été faites en juillet 1957 par le docteur PARKER au nom de l'U.S. Bureau of Entomology.

Des rapports très documentés, dont nous ne pouvons malheureusement donner l'analyse, ont été présentés par :

le Professeur RUSSO sur le Centre italien de Lutte Biologique,
le Professeur VAYSSIÈRE sur les Insectes mineurs de la Canne à sucre,
le Docteur FRÉZAL sur *Earias insulana*.

Des groupes de travail ont été constitués pour l'étude de ces deux derniers problèmes ainsi que sur la Pathologie des Insectes et sur les incidences des traitements chimiques sur la faune entomophage. Un calendrier des colloques des groupes de travail a été établi.

La question des liaisons entre organisations nationales et internationales n'a pas été négligée afin que la C.I.L.B. puisse apporter le plus opportunément le concours technique des spécialistes qui la constituent.

La C.I.L.B. est en effet une organisation qui, sans structure administrative permanente et onéreuse, groupe les chercheurs spécialisés dans différents domaines de l'entomologie systématique ou biologique et susceptibles de favoriser, par leur compétence et la coordination de leurs efforts, les progrès de la lutte biologique. Sa vocation scientifique la rattache à l'U.I.S.B. dont elle dépend et à laquelle elle adresse ses plus vives salutations.

L'Assemblée a demandé que soient organisés en 1960, précisément dans le cadre de l'U.I.S.B., deux grands colloques internationaux sur la Taxonomie des insectes entomophages et sur la Pathologie des insectes.

Un cocktail servi en l'Hôtel de Crillon et offert par le ministre de l'Agriculture, a rassemblé tous les participants dans la plus cordiale atmosphère.

* * *

Le Secrétariat général dispose encore de quelques exemplaires des compte rendus ronéotés des colloques suivants :

- Journées d'études d'Antibes (novembre 1956);
- 3^e Colloque sur le Pou de San José (Stuttgart 1957);
- 1^{er} Colloque sur *Dacus-Ceratitis* (Avignon 1957);
- 1^{er} Colloque sur les Défoliateurs forestier (Madrid 1957);
- Colloques sur le Doryphore (Gembloux et Hambourg 1957);
- Rapport du docteur TADIC et Coordination internationale sur *Hyphantria cunea*, 1957.

Le texte des nouveaux statuts est également disponible au Secrétariat général de la C.I.L.B. (*Laboratoire de Lutte biologique, La Minière, par Versailles, France*).

REMARQUES SUR L'ÉCOLOGIE
DE *QUADRASPIDIOTUS PERNICIOSUS* COMST.
DANS LE MIDI MÉDITERRANÉEN (*HOM. DIASPIDINAE*)

PAR

C. BENASSY.

I. Introduction.

Le Pou de San José (*Quadraspidotus perniciosus* COMST.), insecte très polyphage a pris actuellement en France, dans les cultures fruitières, une extension assez considérable. Dans les premiers foyers connus des Alpes-Maritimes, il se maintient d'une façon constante d'une année à l'autre, entraînant le dessèchement rapide des jeunes arbres contaminés.

Comme espèces végétales les plus couramment attaquées, nous avons rencontré avant tout le pêcher, le prunier, le pommier, rarement le poirier, et souvent les saules.

Le taux de multiplication annuelle de la Cochenille qui conditionne dans une large mesure sa nocivité, est soumis à trois types de facteurs pouvant interférer entre eux :

- Les facteurs abiotiques (essentiellement climatiques);
- Les facteurs biotiques intéressant la physiologie de l'espèce;
- Les facteurs biotiques externes (ennemis naturels).

La préoccupation constante de dégager ces différents points dans l'étude écologique entreprise sur *Q. perniciosus* COMST., depuis 1955 dans le midi méditerranéen, nous amena à l'étude du cycle, de la mortalité naturelle et des ennemis naturels de la Cochenille.

II. Méthode utilisée.

Nous avons adopté dans ses grandes lignes, celle mise au point par VASSEUR et SCHVESTER (1957) : comptages réguliers d'un nombre donné d'insectes (ici 500 à 1 000 Cochenilles) sur des échantillons prélevés périodiquement (tous les 10-15 jours environ) dans un verger

de pommiers demi-tige, situé dans la vallée de la Siagne sur la commune de Mandelieu (A.-M.).

L'ensemble des Cochenilles ainsi dénombrées est classé : en Cochenilles vivantes, Cochenilles mortes, Cochenilles mortes du fait du parasitisme, Cochenilles vivantes parasitées. Cette dernière classe, facile à distinguer dès le retournement du bouclier dans le cas des parasites ectophages tels qu'*Aphytis proclia* WLK., demande la dissection de l'hôte dans le cas de parasites endophages. En effet, dès que l'action de ces derniers devient perceptible à l'observation directe, la Cochenille est déjà tuée et comptée parmi les « Cochenilles mortes du fait du parasitisme ». Dans ces quatre classes, les individus sont eux-mêmes groupés selon les différents stades d'évolution de la Cochenille.

Des éléments statistiques ainsi obtenus, nous déduisons donc lors de chaque observation, l'importance de la mortalité naturelle et du parasitisme par rapport à l'ensemble de la population. Ils nous permettent aussi de préciser le cycle évolutif de *Q. perniciosus* COMST.; en effet, lors de chaque comptage et par rapport au précédent, l'accroissement en proportion d'un stade donné traduit le passage à ce stade de la population étudiée. Les précisions obtenues périodiquement tout au long de l'année permettent de suivre le cycle évolutif en notant les générations successives, leur importance et leur date d'apparition.

Ces mêmes précisions sont apportées à chacune des diverses espèces parasites et ceci dans tous les stades hôtes successifs; les subdivisions suivantes ont été considérées : jeunes larves, vieilles larves et larves mûres, prénymphe et nymphe, trous de sortie; ces trous sont les témoins de l'action antérieure du parasite, soit ectophage, soit endophage; ils sont utilisés seulement dans l'estimation de l'importance du parasitisme car la persistance, sur le végétal, de la dépouille et du bouclier de l'hôte est soumise aux conditions extérieures et s'avère par là même essentiellement variable. Nous ne pouvons donc pas l'utiliser comme preuve certaine de l'éclosion des parasites à un moment précis.

Les échantillons non utilisés pour l'observation directe sont mis en éclosoirs afin de dresser l'inventaire des ennemis naturels et connaître leur importance relative au cours de l'année.

III. Étude du cycle.

ANNÉE 1955.

Durant la période hivernale, nous retrouvons la Cochenille répartie sur les jeunes pousses du printemps précédent : elle y demeure fixée au premier stade larvaire en diapause ou « bouclier gris ». Quelques femelles adultes de l'automne précédent peuvent émettre des larves mobiles isolées, mais en proportion très réduite. En effet, au 1^{er} février, les premiers stades en diapause représentent à eux seuls, 91,3 % de la population vivante.

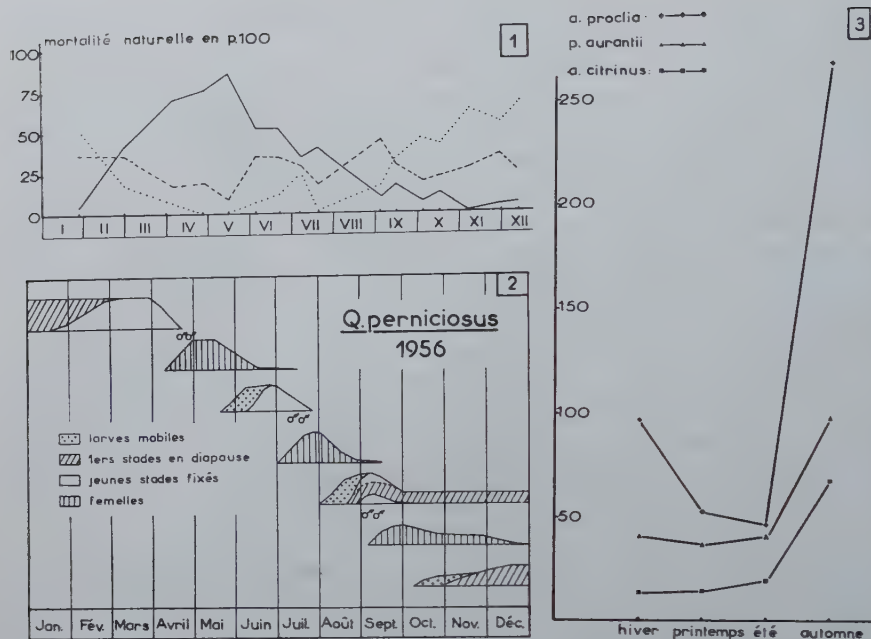
La reprise d'activité manifestée par l'enfoncement du rostre de l'insecte dans son support végétal a lieu durant les premiers jours de février; l'insecte mue pour évoluer soit en deuxième stade femelle, soit en deuxième stade mâle (ou pronympe mâle). Durant le mois de mars, les comptages mettent en évidence la présence juxtaposée, à la fois de pronymphes mâles et de nymphes mâles, de femelles au deuxième stade et de jeunes femelles (ou femelles I). Le vol des premiers adultes mâles se produit aux environs du 10 avril. L'accouplement est nécessaire à l'accomplissement du cycle reproducteur du type ovovivipare. Les larves néonates apparaissent, pour les plus précoces aux alentours du 5-10 mai. L'émission de jeunes larves passe par un maximum (55 % de l'ensemble vivant de la population) fin mai; très réduite dès le 15 juin, elle se prolonge jusqu'au 10 juillet. Au cours des quelques jours de leur phase d'activité, les néonates contaminent les jeunes rameaux; sur ceux-ci, les individus évoluant le plus rapidement sont à l'origine des deuxième stades larvaires et des pronymphes mâles, notés le 7 juin. Le deuxième vol des mâles observé dans l'année se situe fin juin, début juillet.

Parallèlement a lieu l'accouplement. Les jeunes femelles où l'ovogénèse s'avance, font place aux femelles adultes (femelles mûres ou femelles III); leur nombre est maximum (50 % de l'ensemble vivant de la population) le 21 juillet. A la même date apparaissent les premières néonates dont l'émission numérique importante d'abord (fin juillet-début août) va en décroissant jusqu'au début septembre, pour se poursuivre durant tout ce dernier mois au niveau négligeable de 1,5 % de l'ensemble vivant de la population. La majorité des premiers stades évolue en deuxième stades femelles ou en pronymphes mâles, mais une faible fraction (environ 10 % de l'ensemble Cochenille) entre en diapause au début septembre.

Le début du troisième vol de mâles a lieu à la mi-août. Aussi de nouvelles néonates se manifestent-elles à l'automne à partir du 15 septembre environ. Elles sont à l'origine des premiers stades hivernants dont l'importance numérique va croissant depuis le 17 septembre (37,7 %) jusqu'en novembre (94,5 %, le 7 novembre). De décembre à la mi-janvier, la population Cochenille est représentée, pour 95 % environ, par les premiers stades en diapause.

ANNÉE 1956 (fig. 1).

La reprise d'activité se manifeste courant janvier; au 25 janvier, il existe déjà 10 % de deuxième stades femelles. Ces derniers constituent 96,6 % de l'ensemble de la population fin février. Mais, les conditions climatiques de ce mois amènent un ralentissement général de l'évolution : il se traduit par rapport aux faits observés l'année précédente par un retard de 10 à 15 jours environ. Nous notons, en effet le vol printanier des mâles aux environs du 20 avril et l'émission



des premières néonates, début de la génération printanière, autour du 20 mai.

A chaque génération, tout au long de la saison, un tel écart se répercute sur la date d'apparition des divers stades : nous devons attendre la deuxième décade de juillet pour noter le nouveau vol des mâles, suivi un mois environ après, de l'émission des néonates. Elles sont à l'ori-

FIG. 1. — Cycle évolutif de *Q. perniciosus* COMST. dans la vallée de la Siagne en 1956. Pommiers plein vent. Mandelieu (A.-M.).

FIG. 2. — Mortalité naturelle comparée des divers stades évolutifs de *Q. perniciosus* COMST. en cours de saison. (Pommiers plein vent. Mandelieu, A.-M., en 1956).

- en trait pointillé : les larves mobiles et les premiers stades larvaires;
- en trait plein : les deuxièmes stades larvaires, les pronymphes et les nymphes mâles;
- en trait tiré : les femelles.

FIG. 3. — Importance numérique des parasites de *Q. perniciosus* COMST. suivant les saisons. Résultats d'éclosiers : verger de Pommiers plein vent. Mandelieu (A.-M.) en 1957.

gine de la génération estivale et leur importance numérique atteint son maximum le 21 août. A cette saison, une partie importante des jeunes larves émigre vers les fruits, se fixe sur toute leur surface avec une préférence marquée cependant pour les régions de l'œil et du pédoncule. Sur pommes, avant leur récolte, nous constatons le développement d'une génération complète de la « Cochenille ». Succédant aux néonates,

des premiers stades larvaires de cette génération estivale entrent en partie en diapause dès leur apparition en août. Le 16 octobre, ils représentent 38,8 % de la population Cochenille. A cette même période (5-10 octobre) des néonates issues de la fraction normalement évoluée de la génération estivale, commencent à manifester leur activité. Fixées sur les rameaux, elles entrent en totalité en diapause.

Fin décembre, les « boucliers gris » groupant à la fois des individus de la deuxième génération et la totalité de ceux de la troisième, représentent 91,2 % de la population « Cochenille ».

Quant au cycle observé en 1957, il vient confirmer les observations des deux années antérieures. Il est donc possible d'estimer d'après les observations réalisées pendant ces trois dernières années, que *Q. perniciosus* COMST. possède dans le midi méditerranéen trois générations annuelles :

- La première ou génération printanière, existe dans les vergers du 5-20 mai au 15-31 juillet;
- La deuxième ou génération estivale, de la deuxième quinzaine de juillet au 15 septembre-10 octobre;
- La troisième ou génération hivernante, à partir de cette dernière période.

Dans toute la zone à caractère méridional, si l'on compare ces observations avec celles d'auteurs italiens (GAMBARO, 1947) ou yougoslaves (PUSIN et POBEGAJO, 1954), il est logique d'estimer à trois le nombre de générations se succédant durant l'année; les dates d'apparition sont comparables à celles observées dans la vallée de la Siagne.

Par contre, les chiffres avancés par MELIS (1943) en Toscane, de cinq générations et de la possibilité d'une sixième partielle ne semblent pas devoir être retenus, car jusqu'à ce jour, aucun des auteurs ayant abordé ce sujet sous des climats variés n'est arrivé même à envisager un nombre aussi important de générations.

Mais, dans ces mêmes régions, l'hivernation de la Cochenille divise ces différents auteurs. MELIS (1943), pense d'abord que l'ensemble de la population passe l'hiver au deuxième stade larvaire. Les précisions données par GAMBARO (1947), puis PEGAZZANO (1948), sur ce stade hivernant lui permettent une opinion plus atténuée (1951); la majorité des individus est en diapause au premier stade larvaire au cours de la première moitié de l'hiver, pour faire place durant la deuxième moitié, à une population uniformément au deuxième stade. Les auteurs yougoslaves (1954) estiment que le développement se poursuit l'hiver, la majorité des larves atteignant le deuxième stade à la mi-janvier.

Il est certain cependant que le stade hivernant est représenté comme dans les pays septentrionaux (BOHM, 1955, VASSEUR et BENASSY, 1953, VASSEUR et SCHVESTER, 1957) par les premiers stades en diapause. En effet, d'après ces trois années d'observations, le développe-

ment s'arrête en hiver depuis décembre jusqu'à la dernière décade de janvier, date à laquelle nous observons chez les individus en diapause les premiers signes de reprise d'activité.

Aussi, y a-t-il tout lieu de conclure à l'hivernation de la Cochenille au même stade en toute région.

IV. Étude de la mortalité naturelle.

Le taux de la mortalité naturelle est calculé tout d'abord sur la population globale. L'évolution d'ensemble de la population « Cochenille » révèle une mortalité très variable suivant la période considérée : en 1955, elle oscille entre 80,6 % le 7 juillet et 18,8 % de l'ensemble des Cochenilles comptées le 8 novembre. La mortalité naturelle en 1956 s'abaisse de 81,4 % maximum atteint à la mi-mai, à 16,9 % fin novembre (*fig. 6*).

Selon les saisons, cette mortalité totale est le résultat de l'action combinée de la mortalité physiologique des femelles après la ponte et des facteurs climatiques dont l'action est particulièrement sensible sur les jeunes stades venant de se fixer. Aussi avons-nous calculé comparativement le taux de mortalité des représentants de chacun des divers stades pour obtenir une interprétation satisfaisante des résultats d'ensemble.

En période hivernale ou posthivernale, les facteurs climatiques sont particulièrement ressentis par les jeunes stades très sensibles au moment de la mue. Tel est le cas en février 1956 (*fig. 2*), où la brusque augmentation de la mortalité totale relevée entre le 25 janvier (25,6 %) et le 29 février (54 %) est due à la destruction des deuxièmes stades au moment de la mue; leur pourcentage passe ainsi de 5,4 à 41,3 % de l'ensemble des Cochenilles mortes. Par la suite, l'augmentation constante de la mortalité totale jusqu'au 15 mai, est en corrélation avec les deuxièmes stades morts dont l'importance va croissant pour atteindre 85,5 %.

Dès le début juin, l'augmentation des Cochenilles vivantes notées dans chaque comptage est en relation avec l'apparition des néonates de première génération. Parallèlement, chez les Cochenilles mortes, le pourcentage des jeunes stades (larves mobiles et premiers stades fixés) va croissant : il passe de 13,4 %, le 23 mai à 37,7 %, le 7 juillet 1955; de 0,2 %, le 15 mai à 25,6 %, le 6 juillet 1956. En relation avec la sortie des néonates, le nombre des femelles mortes à la fin de la ponte passe de 11 %, le 15 mai à 36,7 %, le 4 juin 1956.

Un phénomène identique : augmentation du nombre total des Cochenilles vivantes, suivie chez les individus morts d'une augmentation du pourcentage des femelles et des jeunes stades, se produit fin août, début septembre, lors de l'émission des larves mobiles de la deuxième génération. Il se répète en fin de saison, au moment de la présence des néonates de la génération hivernante. Depuis cette date,

jusqu'à la fin décembre, nous notons une mortalité croissante des néonates et des premiers stades fixés.

Les observations réalisées ces deux dernières années permettent d'estimer que les conditions climatiques de la fin de l'automne, comme celles de la fin de l'hiver jouent un rôle prépondérant dans la régulation numérique des populations de *Q. perniciosus* COMST. par leur action propre sur les jeunes stades. En été, ces mêmes facteurs ont une action certaine sur les néonates et maintiennent les populations à un niveau constant.

V. Étude des ennemis naturels.

a) MÉTHODE D'ANALYSE.

Comme les comptages périodiques, pratiqués sur l'évolution de la Cochenille font apparaître chaque fois la manifestation de l'activité des ennemis naturels, nous en avons dressé l'inventaire.

La méthode adoptée : mise en éclosiers d'échantillons récoltés périodiquement tout au long de l'année, suscite cependant quelques remarques.

Ces fragments végétaux soustraits à leur milieu naturel se dessèchent rapidement. Ils entraînent ainsi une mortalité importante des jeunes stades de l'hôte et parallèlement des divers parasites, si ces derniers n'ont pas atteint le stade « larve mûre ». Ce fait atténué durant les périodes d'évolution rapide de l'hôte (printemps, été, automne) prend une grande importance durant la période hivernale traversée pour les individus de la Cochenille, au premier stade larvaire et, pour ceux des divers parasites par des stades différents d'évolution selon l'espèce considérée. C'est ainsi qu'*Aphytis proclia* WLK. hibernant comme larve mûre, apparaît en quantités importantes dans les relevés hivernaux. Par contre des espèces telles que *Prospaltella aurantii* HOW. et *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW., présentes également, mais pour une partie des individus en tant qu'œufs dans les premiers stades en diapause de *Q. perniciosus* COMST., peuvent ne pas se manifester d'une façon aussi visible. Elles n'en sont pas pour autant négligeables à priori comme facteur limitant.

Les résultats obtenus, sauf en période hivernale, indiquent, pour une espèce donnée, sa période d'activité et non son importance réelle par rapport à son hôte. Durant l'été, cette méthode complète utilement les comptages d'évolution et les dissections pratiquées sur l'hôte pour connaître le cycle de ses divers parasites.

b) ESPÈCES RÉCOLTÉES.

Au cours des trois années d'observations successives nous avons rencontré comme prédateurs de la Cochenille :

— *Cybocephalus* sp.

— *Chilocorus bipustulatus* L. (Coleoptera Coccinellidae).

Leur manifestation sporadique en nombre chaque fois très limité, n'a pas permis de juger de leur importance pratique. En effet, ces deux espèces, dans le verger visité, se retrouvent seulement sur quelques arbres et elles n'ont pas une répartition uniforme. Ce cas n'est pas particulier, VASSEUR et SCHVESTER (1957) le signalent également dans la région Lyonnaise. Mais cette hétérogénéité, jointe à l'échantillonnage réalisé au hasard sur les divers arbres du verger, expliquent les résultats très variables observés en éclosoirs.

Par contre les trois espèces de Chalcidiens parasites évoluant aux dépens de *Q. perniciosus* COMST. sont réparties au contact de leur hôte sur tous les pommiers du verger. Toutes trois polyphages, elles appartiennent à la famille des *Aphelinidae*. Ce sont :

- *Aphytis proclia* WLK. (ou *A. diaspidis* HOW., COMPERE 1955), parasite ectophage des femelles de l'hôte.
- *Prospaltella aurantii* HOW.
- *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW. Ces deux dernières sont endophages et vivent aux dépens de tous les stades de leur hôte depuis la larve venant de se fixer jusqu'à la femelle.

Ces trois espèces coexistent toute l'année. Leur importance numérique relative pour les années 1956 et 1957 figure dans le tableau ci-joint, où nous avons groupé par saison le nombre total d'individus éclos. Les chiffres obtenus sont comparables entre eux, car tous les échantillons portant sur des contaminations pratiquement uniformes ont un volume voisin : découpés en fragments de 5 à 6 cm de longueur, ils remplissent une boîte de 250 cm³ constituant l'éclosoir et le nombre de Cochenilles ainsi récoltées varie de 4 000 à 5 000 environ.

Pour la seule année 1957, nous avons interprété graphiquement les résultats obtenus (fig. 3), en portant pour chacune des espèces :

- en abscisses, les quatre saisons;
- en ordonnées, le nombre total d'individus éclos durant chaque période.

Nous remarquons une augmentation très sensible du nombre total d'individus éclos à l'automne. La même observation est valable pour chaque espèce prise en particulier.

Pour *Aphytis proclia* WLK., le printemps et l'été constituent les deux saisons où la population se révèle la plus faible. Or les observations faites antérieurement dans le Lyonnais (VASSEUR et BENASSY, 1953) sur les pullulations de ce Chalcidien évoluant aux dépens de *Q. perniciosus* COMST. nous ont montré l'influence des conditions climatiques sur l'importance numérique du parasite. Nous retrouvons donc ici, et par l'utilisation d'une méthode différente, l'action néfaste à l'insecte des hygrométries basses jointes aux températures élevées, réalisées généralement au cours de la période estivale.

IMPORTANCE NUMÉRIQUE DES ENNEMIS NATURELS
de *Q. perniciosus* COMST. SUIVANT LES SAISONS

Résultats d'éclosoirs : 1956-1957 — Verger de Pommiers —
Mandelieu (Alpes-Maritimes)

	Hiver		Printemps		Été		Automne		Total	
	1956	1957	1956	1957	1956	1957	1956	1957	1956	1957
<i>Aspidiotiphagus citrinus</i> CRAW..	13	13	0	14	4	19	16	67	23	113
<i>Prospaltella aurantii</i> HOW.....	1	40	1	36	22	40	44	97	68	213
<i>Aphytis proclia</i> WLK.....	25	96	7	52	23	46	75	267	130	461
TOTAL	39	149	8	102	49	105	135	431	221	787

Si donc, cette action des facteurs climatiques apparaît comme certaine dans le cas d'*Aphytis proclia*, WLK., elle semble inexistante, ou tout au moins très atténuée, pour les deux endophages.

En effet, bien que l'espèce *P. aurantii* HOW., soit plus abondante numériquement que *A. citrinus* CRAW., l'évolution du nombre d'individus éclos est comparable pour les deux Chalcidiens durant les trois premières saisons de l'année; les éclosions se maintiennent à un niveau pratiquement constant et ceci, quelles que soient les conditions climatiques ambiantes. Ces observations nous permettent d'envisager le rôle prépondérant possible de l'hôte sur son parasite en lui atténuant l'effet des variations climatiques extérieures.

c) CYCLE DES DIVERS PARASITES.

Les parasites de la Cochenille étant étudiés pour leur importance pratique comme facteurs limitant les pullulations de leur hôte, nous avons considéré avant tout l'action possible des deux types en présence.

— celle du parasite ectophage : *Aphytis proclia* WLK.

— celle des endophages : *Prospaltella aurantii* HOW. et *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW.

Mais chez ces deux espèces, si à la dissection les jeunes larves se distinguent aisément, (fig. 4), les stades ultérieurs (larve mûre, pré-nymph, nymphe) sont indiscernables pratiquement. De plus les résultats obtenus par les éclosoirs nous permettent d'estimer que ces deux espèces possèdent une évolution comparable, bien qu'*A. citrinus* se manifeste généralement 10 à 15 jours plus tôt que *P. aurantii* au printemps. Aussi, nous avons considéré l'évolution des « endophages »

sans nous attacher à essayer de dégager, pour cette étude tout au moins, le cycle exact des deux parasites.

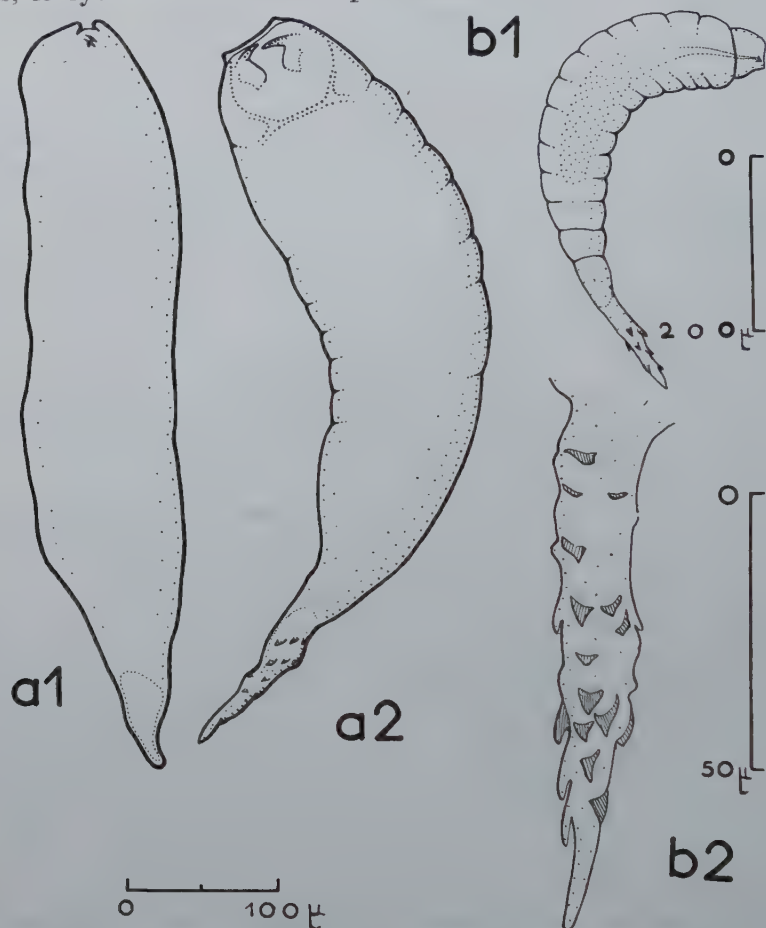


FIG. 4. — Stades postembryonnaires comparés de *P. aurantii* HOW. et d'*A. citrinus* CRAW.

a₁ : jeune larve de *P. aurantii* HOW.

a₂ : jeune larve d'*A. citrinus* CRAW.

Aspect semi-schématique dessiné à partir de préparation microscopique, ce qui explique l'aplatissement, comme la segmentation peu visible des larves.

b₁ : jeune larve d'*A. citrinus* CRAW. (dessin exécuté d'après une dissection).

b₂ : ornementation de l'extrémité postérieure de la larve.

Cycle d'Aphytis proclia WLK.

L'observation directe, complétée par les éclosions d'adultes réparties tout au long de l'année permet de schématiser le cycle de l'Insecte de la façon suivante.

L'évolution ralentie, mais continue de la population parasite

au cours de la période hivernale provoque l'éclosion des premiers adultes fin mars, début avril. Elle se poursuit jusqu'au 15 avril environ. A cette date, chez l'hôte, les individus les plus avancés atteignent le stade femelle, le seul favorable à la ponte du Chalcidien. Aussi existe-t-il à cette période de l'année une discordance entre le cycle de l'hôte et celui de son parasite : une partie seulement des individus éclos, ceux apparus tardivement assurent leur descendance.

Deux sorties d'adultes se manifestent ultérieurement : la première assez bien limitée à la première quinzaine du mois de juillet; la deuxième débute fin août et se poursuit tout au long du mois de septembre. Mais dès la mi-juillet il se produit une sortie pratiquement continue d'adultes jusqu'à l'automne, où des éclosions tardives enregistrées en octobre et jusqu'au 15 novembre pourraient s'interpréter selon les années, comme le début possible d'une quatrième génération, qui ne serait que partielle.

Le cycle typique d'*A. proclia* comporterait donc normalement trois générations successives et la possibilité d'une quatrième partielle suivant les années.

Or, il est intéressant de rapprocher ce type d'évolution de celui que nous avons observé pour la même espèce s'attaquant maintenant à *Pseudaulacaspis pentagona* TARG., dans le midi méditerranéen. Nous retrouverons dans ce cas, l'éclosion des adultes des générations successives aux mêmes dates que précédemment. Les deux hôtes possèdent cependant une évolution différente et la discordance du cycle notée au printemps entre *Aphytis proclia* et *Quadraspidiotus perniciosus* COMST., n'existe pas avec *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. Cette espèce hiverne en effet, comme jeune femelle, à l'inverse de la première qui arrête son évolution à l'automne au premier stade larvaire.

Il est donc établi que l'évolution différente des deux hôtes cités n'apporte aucune modification du cycle d'*Aphytis proclia*. Celui-ci manifeste par rapport à ses hôtes, une entière indépendance; seuls les facteurs climatiques conditionneraient donc son évolution. Les observations faites en Turquie par KEYDER (1954), viennent à l'appui de cette opinion. L'auteur estime à deux ou trois, suivant les années, le nombre des générations successives d'*Aphytis proclia* WLK. en tant que parasite de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. Mais d'après la date qu'il donne pour l'éclosion des premiers adultes au printemps (fin mars-début avril), il est vraisemblable, d'après nos observations, que l'Hyménoptère comporte toujours au moins trois générations successives au cours de l'année dans le bassin méditerranéen, et quel que soit son hôte.

Cycle des endophages.

Au cours de la période hivernale, nous retrouvons les deux parasites dans les premiers stades fixés de *Q. perniciosus* COMST.

Aspidiotiphagus citrinus CRAW. hiverne sous forme d'œuf à l'intérieur de son hôte. Dès la reprise d'activité de la Cochenille, nous constatons une évolution parallèle de l'hôte et de ses parasites, et l'éclosion des premiers adultes d'*A. citrinus* se situe à partir du 10 mai suivie, le 20 mai environ, par celle de *P. aurantii*.

Par la suite, nous observons deux sorties successives d'adultes, l'une située dans la deuxième décade de juillet, la deuxième s'étendant sur une quinzaine de jours environ à partir du 20 août. Mais l'éclosion continue d'adultes des deux espèces à l'automne permet de supposer l'existence comme pour *A. proclia* d'une quatrième génération partielle à partir d'octobre.

En Suisse, un cycle identique quant au nombre de générations apparues, est décrit par MESNIL (1949), *Prospaltella aurantii* HOW. se développant aux dépens de *Lepidosaphes newsteadi* SULC. Cependant, la comparaison des dates de sorties successives des adultes au cours de l'année suscite quelques remarques :

— au printemps, en Suisse, les adultes de *P. aurantii* apparaissent début avril; ils se manifestent environ cinq semaines plus tard dans le bassin méditerranéen.

— ultérieurement, par contre, le décalage constaté dans les deux régions entre les dates d'éclosion s'atténue. La sortie des adultes de la troisième génération s'y effectue à la même période, fin août début septembre.

La différence relevée au printemps est liée au stade hivernant. Dans le bassin méditerranéen en effet, nous retrouvons les œufs de *P. aurantii* dans les premiers stades en diapause de *Q. perniciosus* COMST. Mais ce sont les larves qui hivernent dans les femelles de *L. newsteadi* en Suisse. Il est donc logique de penser que le stade hivernant de l'hôte conditionne celui de son parasite.

Nous avons déjà mis en évidence chez divers endophages l'influence de l'hôte sur la croissance du parasite (BENASSY, 1958). C'est le cas pour *Aspidiotiphagus citrinus* que nous retrouvons ici. Cette espèce arrête sa croissance au stade jeune larve pendant toute la durée du premier stade chez les larves fixées d'*Aulacaspis rosae* BOUCHÉ, mais avec *Q. perniciosus* COMST. comme hôte, son évolution ne dépasse pas le stade œuf tant que la Cochenille reste au premier stade larvaire. C'est ce que nous ont montré les deux séries d'observations rapportées ci-dessous :

— Dans un premier cas, nous avons contaminé, à l'extérieur, de jeunes scions de pommier, du 31 juillet au 15 août au moyen de larves mobiles issues d'élevage de laboratoire sur pastèques. Ceux-ci étaient situés dans deux emplacements à micro-climat bien déterminé : le premier, en plein vent en pépinière, le deuxième, en avant d'un mur orienté au nord, dans un endroit humide et frais. Cette situation par rapport à la première avait pour but d'obtenir une évolution ralentie

de la Cochenille et de son parasite. Pour contrôler l'efficacité de la contamination, nous avons procédé à un dénombrement de la population de Cochenilles dans les deux emplacements, début septembre.

En plein vent, sur une population comprenant 78,5 % d'individus vivants, nous relevons 58,5 % de Cochenilles en diapause. Dans la deuxième situation 90 % des individus vivants sont en diapause. Les autres stades représentent 3 % de l'ensemble de la population. Sur les individus de cette dernière fraction, nous retrouvons *A. citrinus* à tous les stades; mais dès cette date sur les premiers stades fixés en diapause et jusqu'au printemps suivant, ce sont des œufs seulement qui apparaissent lors de chaque dissection successive.

— Un deuxième exemple nous est fourni par des essais d'élevage de *Q. perniciosus* sur fruits de *Cucumis dipsaceus*. Sous conditions constantes (27 °C., 60 % H. R.) des cas d'arrêt de développement au premier stade larvaire se sont manifestés. Dans tous les cas, s'ils sont parasités par *A. citrinus* CRAW., on observe un blocage correspondant de l'évolution de l'œuf du parasite.

Chez les deux parasites endophages étudiés, l'arrêt de développement de l'hôte a donc sa répercussion immédiate sur les stades post-embryonnaires des Hyménoptères. Mais leur interdépendance avec la Cochenille est cependant limitée à cette phase particulière car le cycle des deux Chalcidiens n'est pas calqué étroitement sur celui de leur hôte. C'est ainsi, par exemple, que *P. aurantii* possède un cycle identique s'il évolue sur *L. newsteadi*, Cochenille univoltine ou sur *Q. perniciosus*, insecte à nombre variable de générations selon la région. Le fait de disposer d'un hôte en cours de développement sans diapause permet au parasite une croissance normale ayant son déterminisme propre.

Dans ces conditions, au cours du printemps, de l'été et du début de l'automne se sont les conditions climatiques régionales qui fixent le cycle de l'insecte, selon les années. Ceci nous explique pourquoi le décalage constaté entre la sortie printanière de *P. aurantii* en Suisse et dans le midi méditerranéen (décalage dont l'hôte est seul responsable) se trouve réduit dès la sortie des adultes en juillet, pour devenir inexistant à leur sortie, fin août. Les conditions climatiques réalisées dans la vallée de la Siagne permettent une évolution plus rapide du parasite que celles réalisées en Suisse, où les observations sont effectuées dans une vallée située entre 550 et 630 mètres d'altitude.

L'étude écologique comparée du cycle de ces trois Hyménoptères par rapport à leur hôte nous permet de dégager les deux groupes de facteurs qui entrent en jeu constamment pour régler l'évolution de ces entomophages. Ce sont les facteurs climatiques et le facteur hôte, lui-même soumis à l'action des premiers.

L'importance exclusive des uns durant toute l'année, ou la pré-

pondérance saisonnière des uns, puis des autres, modèleront le cycle des divers parasites. Si l'hôte n'a aucune action sur *A. proclia* WLK. dont le cycle reste soumis aux seuls facteurs climatiques, il devient prépondérant par contre au cours de l'hiver sur les deux endophages pour céder par la suite son action primordiale aux conditions climatiques durant les trois autres saisons. La figure 5 représente schématiquement les cycles des deux types de parasites, comparés à celui de l'hôte. Elle nous permet de constater dans le cas d'*A. proclia* WLK. d'abord, une discordance entre la période d'apparition des adultes et la présence des stades hôtes favorables à la ponte, si ce n'est à l'automne où le chevauchement des générations de *Q. perniciosus* offre à tout moment au parasite des individus ayant atteint le stade femelle.

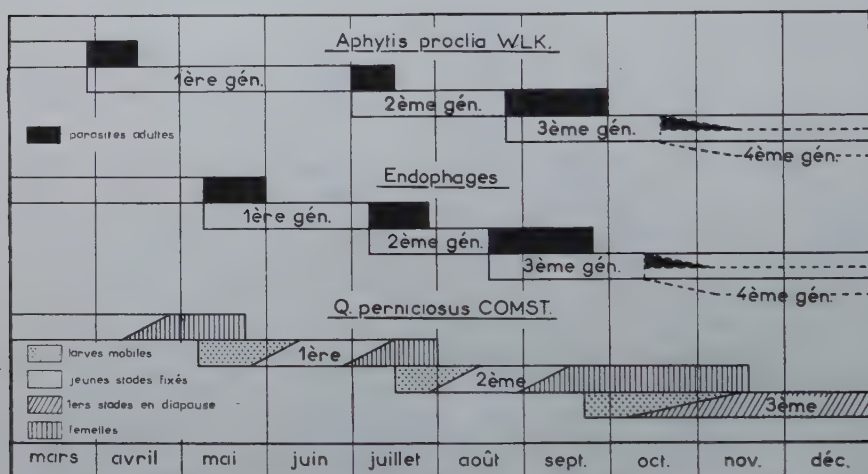


FIG. 5. — Cycle évolutif schématisé des parasites de *Q. perniciosus* COMST. par rapport à celui de leur hôte où nous n'avons considéré que la période d'activité maxima des femelles, ce qui explique le décalage visible avec les larves mobiles. Dans le cas d'une quatrième génération partielle chez les parasites due à l'éclosion d'un nombre limité d'adultes, les individus hivernants (en pointillé sur le graphique) appartiennent à la fois à la troisième et à la quatrième génération.

Le cycle des endophages manifesterait une concordance relativement plus étroite, car l'apparition des adultes coïncide avec la présence de stades hôtes toujours favorables à la ponte (depuis le premier stade larvaire jusqu'à la jeune femelle). Ce dernier type de parasitisme serait déjà plus apte à limiter efficacement les populations de Cochenilles.

Ces remarques expliquent en partie l'importance négligeable des ennemis naturels en tant que facteurs limitants. Ce fait apparaît

clairement sur le graphique de la figure 6 qui représente l'évolution d'ensemble de l'insecte compte tenu de la mortalité naturelle et du parasitisme total. Le taux de parasitisme en effet, faible durant l'été

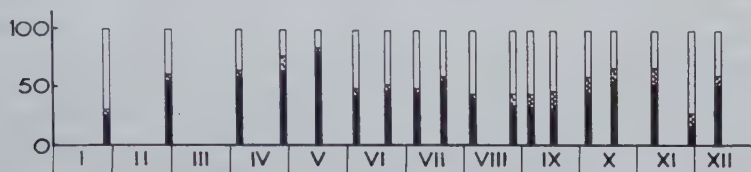


FIG. 6. — Évolution d'ensemble de la population de *Q. perniciosus* COMST. sur pommiers plein vent en 1956, compte tenu de la mortalité naturelle et du parasitisme. Nombre d'individus évalués en % :

- en blanc : les Cochenilles vivantes;
- en pointillé : les Cochenilles parasitées;
- en noir : les Cochenilles mortes.

augmente à l'automne pour ne pas dépasser cependant 15 à 20 % suivant les cas, dans la région, la mortalité naturelle apparaissant seule comme le frein le plus efficace à la multiplication de la Cochenille.

IV. Conclusion.

L'étude écologique de *Q. perniciosus* COMST. menée dans le milieu naturel que constitue la vallée de la Siagne nous a donc montré une inefficacité pratiquement totale de ses ennemis naturels.

Pourtant, les observations faites nous permettent de dégager quelques caractéristiques indispensables du parasite pour qu'il s'avère efficace vis-à-vis de *Q. perniciosus* COMST. : être endophage, capable de pondre dans tous les stades de son hôte et présenter par rapport à ce dernier des exigences écologiques différentes lui assurant une multiplication active soit à l'automne, soit au début de printemps, périodes où l'hôte possède comparativement une évolution ralentie.

Dans le genre *Prospaltella*, l'espèce *berlesei* HOW., parasite efficace de *P. pentagona*, répond à cette définition. En effet, dans une étude sur la Cochenille du Mûrier, nous avons montré que l'apparition d'une génération supplémentaire du parasite au printemps suffit à elle seule, par les caractéristiques biologiques qu'elle présente, à donner au Chalcidien la possibilité de freiner d'une manière satisfaisante les pullulations de son hôte (BENASSY sous presse). Cette sortie précoce de *P. berlesei* est due effectivement à la différence d'exigences écologiques entre l'hôte et son parasite, différence mentionnée comme indispensable à l'efficacité réelle du Chalcidien. Aussi, pour une espèce voisine *P. perniciosi* TOW., dont nous avons entrepris l'élevage et la multiplication dans le but d'une utilisation pratique, la connaissance des réactions du parasite vis-à-vis des conditions climatiques de régions variées, est-elle fondamentale pour déterminer au préalable l'aire d'extension de son efficacité.

SUMMARY

Ecological studies on *Quadraspidotus perniciosus* COMST. (*Homoptera-Diaspidinae*) have been realized in the mediterranean zone of France. New investigations concern :

— life cycle of San José Scale. There are three generations per year, the scale hibernates as a diapausing first instar larva;

— natural mortality : climatic factors have prevailing importance on the growth of populations, during the spring by their action on young larval instars :

— natural enemies; Predators : *Cybocephalus* sp., *Chilocorus bipustulatus* L. have no economic interest; Collected parasites are : *Aphytis proclia* WLK., *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW., *Prospaltella aurantii* HOW. Their numerical importance varies during the year. But their life cycle is determined by two factors : climate and host, the second depending also of the first. *Aphytis proclia* has three generations and a possible partial fourth. Its cycle is only conditioned by seasonal factors.

Both endophagous parasites have a life cycle with three generations and a possible partial fourth. In winter diapause of host induces dormancy of the parasite. But during spring summer and autumn, climatic factors alone regulate the evolution of Hymenopterous parasites.

BIBLIOGRAPHIE

- BENASSY, C. — 1958. Influence de l'hôte dans la croissance endo-parasitaire de quelques hyménoptères Chalcidiens parasites de Cochenilles-Diaspines. — *C. R. Ac. Sc.* **246**, 179-181.
- BENASSY, C. — 1958. *Prospaltella berlessei* HOW. (*Hym. Aphelinidae*) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (*Hom. Diaspidinae*.) — *Entomophaga*, **3** (1), 00-00.
- BOHM, H. — 1955. 25 Jahre San Jose-Schildlaus (*Q. perniciosus* COMST.) in Österreich. *Tatigkeitsbericht* 1951-1955. — *Bundesanstalt für Pflanzenschutz*, Wien.
- COMPÈRE, H. — 1955. A systematic study of the genus *Aphytis* HOWARD (*Hymenoptera Aphelinidae*) with descriptions of new species. — *Univ. Calif. Pub. in Ent.* **10** (4), 271-320.
- GAMBARO, P. — 1947. Il ciclo biologico dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST. nel Veronese. — *Mem. Soc. Entom. Ital.*, **26**, 48-58.
- KEYDER, S. — 1954. *Aphelinus diaspidis*. — *Tomurcuk*, **3** (31), 8-9.
- MELIS, A. — 1943. Contributo alla conoscenza dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST. — *Redia*, **29**, 1-170.
- MELIS, A. — 1951. Precisazioni morfo-biologiche sull' *Aspidiotus perniciosus* COMST. — *Redia*, **36**, 1-91.
- MESNIL, L. P. — 1949. Remarques sur quelques Diaspines du Pin Sylvestre ou du Génévrier et leurs parasites. — *Rev. Path. Ent. Agric. France*, **28** (2), 73-97.
- PEGAZZANO, F. — 1948. Ricerche biologiche sulla Cocciniglia di San-Jose, *Comstockaspis* (*Aspidiotus*) *perniciosus* COMST. — *Ann. Fac. Agric. Pisa*, **8**, 178-188.
- PUSIN, V. & Y. POBEGAJOLO. — 1954. Kaliforniski stitas i njegova pojava in Jugoslaviji (*Quadraspidotus perniciosus* and its appearance in Yugoslavia). — *Plant Prot.*, **24**, 49-78.
- VASSEUR, R. & C. BENASSY. — 1953. Sur la faune parasitaire du Pou de San-José (*Quadraspidotus perniciosus* COMST.) dans la région Lyonnaise et ses relations avec les conditions climatiques. — *Ann. I.N.R.A., sér. C., Epiph.*, **4**, 283-290.
- VASSEUR, R. & D. SCHVESTER. — 1957. Biologie et écologie du Pou de San-José (*Quadraspidotus perniciosus* COMST.) en France. — *Ann. I.N.R.A. ser. C, Epiph.*, **8**, 5-66.

(I.N.R.A., Station de Zoologie Agricole
et Laboratoire de Lutte Biologique, Antibes).

STUDIES ON *LARICOBIOUS ERICHSONII* ROSENH.
(COLEOPTERA : DERODONTIDAE)
A PREDATOR ON CHERMESIDS*

PART I,
DISTRIBUTION, LIFE-HISTORY AND ECOLOGY.

by
JOST M. FRANZ

CONTENTS :

INTRODUCTION, p. 110.

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION :

Area, p. 111; Abundance, p. 112; Factors Influencing Geographical Distribution, p. 112; History of the Present Range of Occurrence, p. 116.

STUDY AREA, p. 118.

LIFE-HISTORY AND ECOLOGY, p. 120.

I. *Summary of Life-History*, p.120.

II. *Adults*, p. 121. Spring Emergence and Subsequent Activity, p. 121; Newly Emerged Beetles, p. 123; Food Consumption, p. 124; Mating, p. 129. Egg Deposition, p. 130; Longevity and Mortality, p. 132.

III. *Eggs*, p. 133.

IV. *Larvae*, p. 133; General Behaviour, p. 133; Movements, p. 133; Camouflage, p. 135; Feeding, p. 136; Method, p. 136; Food Consumption, p. 140; Development, p. 140; Density, p. 142; Mortality, p. 142; Space, p. 142; Predation, p. 142; Parasitism, p. 144; Degree of Parasitism, p. 144; The Parasite, p. 146; Epizootic, p. 149.

V. *Pupae*, p. 153; Habitat, p. 153; Development, p. 153; Mortality, p. 154.

HOST SPECIFICITY AND ABILITY TO FIND HOSTS, p. 154.

ECONOMIC IMPORTANCE, p. 157.

COLLECTING AND SHIPPING, p. 160.

SUMMARY. p. 161.

REFERENCES, p. 163.

(*) This paper was written when the author belonged to the staff of the European Laboratory, Commonwealth Institute of Biological Control, and was partly completed later on.

Introduction

As BALCH (1952) has noted the European balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.), first appeared in eastern North America about fifty years ago. It caused severe mortality and loss of growth in balsam in considerable areas. Some years ago the Commonwealth Institute of Biological Control was requested by Science Service of the Department of Agriculture, Canada, to make a study of the natural enemies of the balsam woolly aphid with a view to their introduction into Canada and was provided with funds for this purpose. *Leucopomyia obscura* (HAL.) (*) the dipterous predator of *A. piceae* had already been imported into Canada together with other species attacking the Chermesid in Great Britain. The work was carried out by the entomologists of Farnham House Laboratory from 1932 to 1939 inclusive. In addition to *Leucopomyia obscura* the Coccinellid *Exochomus quadripustulatus* and the Neuropteran, *Hemerobius stigma* were liberated in the field in fair numbers but only *Leucopomyia* became established in Canada. It eventually became quite abundant in the infested areas but did not succeed in controlling the balsam woolly aphid.

Among the important predators of the balsam woolly aphid discovered during the investigations made in Europe was *Laricobius erichsonii* ROSENHAUER. This was found to be one of the major controlling agents in Central Europe. The purpose of this paper is to provide data on the distribution, life-history, ecology and morphology of this species. The field work was initiated in the spring of 1950 as part of the program of the European Laboratory of the Commonwealth Institute of Biological Control. The main object of the investigation was to work out the life-history of *Laricobius* and estimate its value as a controlling agent with a view to its introduction into Canada. It was also hoped that some light might be thrown on the systematic affinities of *Laricobius*. This beetle belongs to the peculiar family Derodontidae which is generally regarded as being one of the most archaic groups of the Polyphagan beetles still existing (CROWSON, 1951).

The writer wishes to express his indebtedness to Professor L. P. MESNIL, in charge of the European Laboratory, Commonwealth Institute of Biological Control, for advice throughout the course of the studies, to Dr. W. R. THOMPSON and Dr. A. WILKES (Ottawa) for helpful criticism and correction of the English style. Many co-operators of the European Laboratory, associated with the Chermesid investigations, have contributed to different phases of the work. In the field studies the writer was assisted by Mr. H. WICHMANN at Spöck, 1950, and Dr. W. RÜHM at Laimbach, 1951. Further information was obtained through the collections and observations made by Miss I. BERTRAM at Flensburg, 1950-1951, Miss I. SCHNEIDER at Frankfurt/M, 1950, Dr. V. DELUCCHI of the staff of the European Laboratory in Switzerland, Dr. U. SCHINDLER at Sieber, 1950; Dr. H.

(*) *Neoleucopis obscura* (HAL.), after BROWN & CLARK (1956).

SCHMUTTERER at Erlangen, 1950; Dr. G. WYLIE of the staff of the Biological Control Unit, Division of Entomology, Canadian Department of Agriculture at Ribeaupville, 1951. Messrs. CORPORAAL (+) of Amsterdam, DERENNE of Brussels. FREUDE of Munich, HANSEN of Charlottenlund, HORION of Überlingen, LINDER of Ortschaften/Bern, LOHSE of Hamburg, KERSTENS of Aldrup, SCHEERPELZ of Vienna, SACHTLEBEN of Berlin and WEBER of Ellendorf have all helped by providing notes on the distribution of the beetle. The Weather Bureau at Munich and Mr. BAUMGARTNER of the Meteorological Institute, Munich, supplied advice and meteorological data. Thanks are due to Dr. M. POSTNER for the serial checking of diseased larvae and for the drawing of figure 17, to Mrs. M. BEST for counting samples of *Adelges* in 1950, and to Dr. V. DELUCCHI for drawing of figure 18.

Geographical Distribution

AREA OF DISTRIBUTION.

The genus *Laricobius* is represented by several species in the Palaearctic and Nearctic regions. *L. caucasicus* ROST occurs in the Caucasus Mountains (REITTER, 1894); *L. sahlbergi* REITT. exists in Siberia (REITTER, 1894); several species are reported from North America as for example *L. rubidus* LEC. and *L. laticollis* FALL. (BROWN, 1944). *L. erichsonii* was first found and described by W. G. ROSENHAUER (1847) from Tyrol, Austria. The species has long been considered to be an alpine or mountainous form. Recent observations summarized by HORION (1953) have shown that *L. erichsonii* is distributed from the Italian Alps to the southern part of Denmark as shown in fig. 1. The altitudinal range of its habitats extends from sea level in Denmark to approximately 2,000 m. at the Simplonpass in Switzerland.

The data used in compiling the distribution map have been obtained from the literature and observations made by the author together with notes provided by the entomologists mentioned above, particularly Mr. A. HORION who kindly allowed us to consult the unpublished manuscript of vol. III of the « Faunistik deutscher Käfer » in which there are many references to the literature (*). Some remarks are necessary in regard to the apparently rather isolated localities cited for this species in the Pyrenees and Normandy (fig. 1). The first locality record is based on a label of one specimen of an adult *L. erichsonii* in the collection of Dr. CORPORAAL of Amsterdam. This label bears only the word « Pyrénées ». More detailed information is available for Normandy where several specimens were collected by SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1932) in the isolated fir forest near Laigle and Gacé. It may be noted that this author does not list *L. erichsonii*

(*) Meanwhile published : HORION (1953).

in his catalogue of the island of Corsica (1914). A single specimen labelled « Macugnaga (Sardin.) » has not been indicated on our map because the name of this village is not to be found in Sardinia but appears to be a locality in the Italian Alps near Mte. Rosa, where FAVRE (1890) had collected this species. The occurrence of *L. erichsonii* in Sardinia is thus open to doubt.

ABUNDANCE.

Until the present study of *A. piceae* was carried out *L. erichsonii* was recorded only in very small numbers by coleopterists. So far as the writer is aware LOHSE (1947) is the only author who has indicated (in a short note published in 1947) the relationship between Chermesids and *L. erichsonii*. Lohse did not, however, discuss the abundance of the beetle. How little was known about this may be gathered from the fact that several hundred adults and larvae of *L. erichsonii* were found by the writer and his collaborators near Flensburg, northern Germany, on *A. piceae* and *A. nüsslini* (c. b.), 1950 and 1951 in an area where every single capture of the species was previously considered to be worth recording in print. Some 60 infestations of *A. piceae* examined by the writer in Germany and Switzerland have all been more or less heavily populated by this beetle. The same has been observed in several Swiss localities by V. DELUCCHI, in Ribeauville in the Vosges by G. WYLIE and near Vienna (Austria) by SCHREMMER (SCHREMMER, 1956). Furthermore, the fact that 2,800 live beetles were collected in Germany in 1951 and almost 4,000 in 1952 certainly shows that the species is not rare, at least in its specific habitats. The host relations of *L. erichsonii* will be discussed later in this paper.

FACTORS AFFECTING GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION.

The area of distribution in Europe as shown in fig. 1 is of rather peculiar form. The restriction to the hills in some areas contrasts with the extension into the northern plains in Western Europe. In the latter, however, there is a rather sharp limit from the Baltic Sea near Lübeck south to Thuringia. The singular distribution pattern certainly requires explanation. The following points may be suggested :

1. *Lack of information.* Negative evidence in regard to the distribution of any species is always open to question. Since the region of particular interest to us in northern Germany contains a good many coleopterists particularly in the Berlin area, *Laricobius*

should have been found during past years if it existed there. Dr. SACHTLEBEN, Director of the Deutsche Entomologische Institut in Berlin confirmed the view of the author that no localities are known for the species east of the points shown in the map (fig. 1). The records from Schleswig-Holstein and Denmark indicate that even

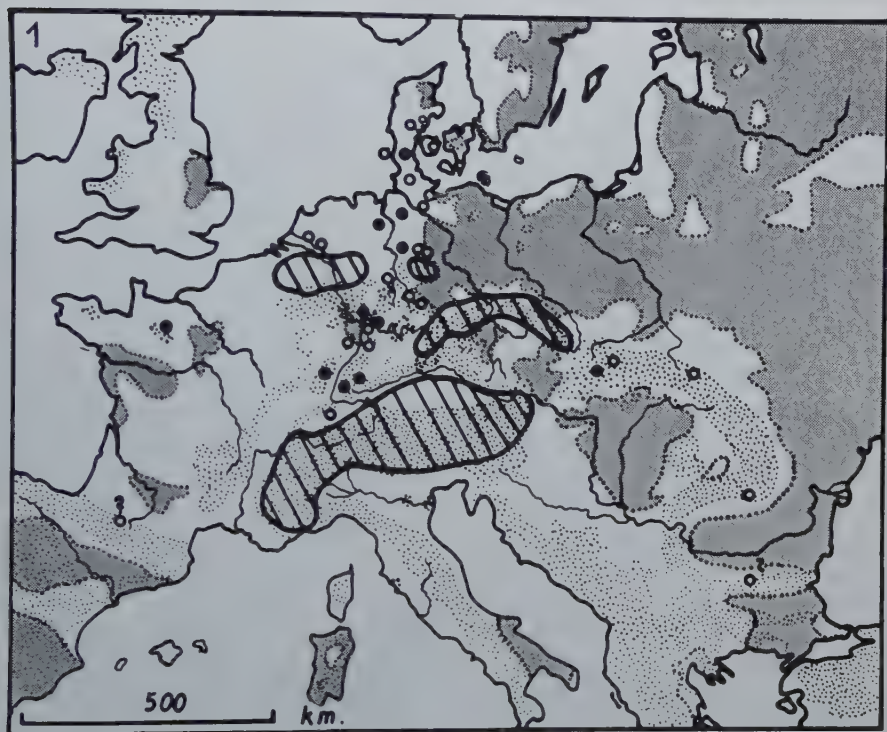


FIG. 1. — Distribution of *Laricobius erichsonii*

o = one or few specimens collected.

● = several or numerous specimens collected. One dot indicates an area of 50 km. diameter sometimes including several places of occurrence.

Striped zones = numerous locations, no single marking possible.

Stippled area = hills and mountains.

Shaded area = amount of precipitation less than 600 mm. per annum.

? = exact locality unknown.

without any detailed knowledge of the feeding habits individual specimens are accidentally taken by experienced collectors in the course of time. Thus the eastern border of the distribution area in northern Germany cannot necessarily be interpreted as corresponding only to an absence of information. On the other hand, the same thing cannot be said of the hilly regions in south-eastern Europe where intensive collecting has rarely been undertaken.

2. *Lack of food.* Chermesids on coniferous trees are reported to occur throughout the Northern European plain as far as Russia (ALTUM, 1885, CHOLODKOVSKY, 1907, SCHWERDTFEGER, verbal communication, and others). Since *L. erichsonii* is not limited to one host species only the absence of one particular host species cannot be considered as limiting the north-eastern distribution.

3. *Climate.* The difficulty of interpreting climatic influences cannot be overcome until we have a better understanding of the physiological responses of the species to single physical factors. Any attempt to base assumptions on meteorological data is therefore liable to give misleading results.

Bearing this in mind the following tentative remarks are advanced with some hesitation particularly since we have nothing but the usual climatic records for the environment of *L. erichsonii*.

The most suitable area for establishing correlation between climate and distribution as we have already suggested is considered to be the north German plain. In that area distribution is not limited by food and thorough investigations have been carried out by entomologists. Host plants and animal hosts extend far to the east. The area occupied by pines (*Pinus silvestris* L.) and other coniferous trees increases steadily as we pass from west to east.

If we consider first the climatic factors which are effective at all known centres of distribution it must be said that no temperature gradients or isotherms are known to fit the distribution picture ranging from alpine altitudes down to sea level. Table I shows the elevation, mean annual minimum and mean annual fluctuation of air temperature for several localities in Germany where *L. erichsonii* occurs.

TABLE I.

Temperature Conditions in Areas where *L. erichsonii*
has been collected.

(After REICHSAMT f. Wetterdienst, 1939).

Locality	Elevation in meters	Air Temperature (°C)	
		Mean Annual Minimum	Mean Annual Fluctuation
Villingen	715	— 22.9	52.3
Erlangen	251	— 19.0	52.7
Weihenstephan (near Laimbach).....	495	— 18.1	52.2
Berchtesgaden.....	603	— 17.2	47.4
Kahl a.M.	108	— 15.2	49.2
Flensburg	10	— 15.1	42.4

The localities are arranged according to their mean annual minima and their typical temperatures show marked differences. Around Villingen we have continental regions while Flensburg has the characteristics of a purely oceanic climate. These facts clearly indicate that no definite relation between temperature and the distribution pattern can be established.

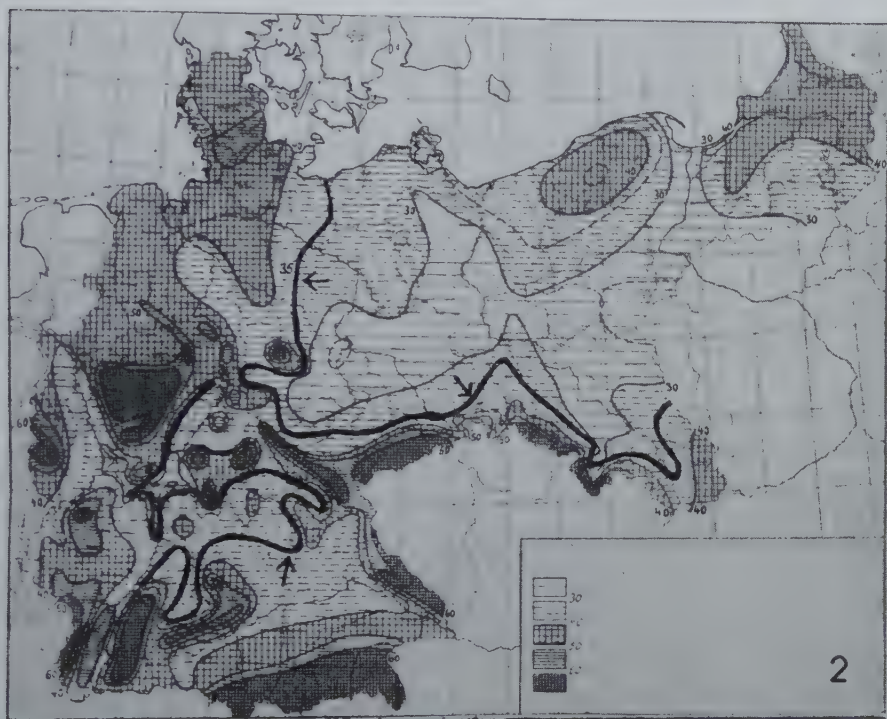


FIG. 2. — Index of annual dryness (after REICHEL, 1929).

Index line 35 (marked by arrows) corresponds well to the border of distribution of *L. erichsonii*.

On the other hand the zone of mean annual rainfall exceeding 600 mm. coincides well with the area of distribution as shown on fig. 1. This particular correlation was selected after comparing several maps giving the amount and distribution of rainfall in central Europe. It applies also to the hottest and driest localities in which the species occurs near Frankfurt/M and Kahl a. M. near Hanau where the mean annual precipitation reaches 621 and 678 mm. respectively. In these areas there were of course individual years in which the rainfall was less than 600 mm. this figure being merely useful in a general way.

It is probable that the amount of rainfall as given in the meteorological records does not truly represent the factors influencing the insect since both atmospheric and soil humidity might be effective. The last factor particularly should be considered since mature larvae which are prevented from entering the forest floor to pupate die within 1-2 days. This stage seems therefore to be strictly adapted to higher humidity levels than we find above the ground. Another expression of climatic conditions existing in Germany is given in fig. 2 showing the dryness index as mapped by REICHEL (1929). He takes into consideration the relation between precipitation (n) and temperature (t) in the formula: $i = \frac{n}{t + 10}$ as originally developed

by E. DE MARTONNE. REICHEL improved the fitness of the formula by including the number of days with precipitation exceeding 1 mm., the annual dispersion of rainfall and a special correction for months with t equal to or less than 0 °C. The dryness index as shown in fig. 2 gives a more accurate interpretation of the climatic conditions actually influencing insects in certain localities. There is a reasonably close correlation between the line bordering the index zone 35 and the available data in regard to the eastern edge of the distribution area of *L. erichsonii* (fig. 1). Unfortunately, no map covering the whole area could be found so that it was necessary to combine the maps.

The writer expects that corrections in the establishment of the distribution zone will probably have to be made as our knowledge of local distribution and of the effects of precipitation on the mortality and behaviour of the species increases. In the meantime, the tentative definition of the distribution zone may be used in connection with areas of possible occurrence in Europe as well as in Canada where the species has been released.

Historical Development of the Present Zone of Distribution. The question arises as to how permanent the present distribution zone of *L. erichsonii* may be. There is good evidence that this species had not invaded the northern German plain before the beginning of this century. The many very thorough studies of the beetle fauna of this region in former times do not record a single occurrence of the species (KOLTZE, 1901, FRANCK & SOKOLOWSKI, 1930, etc.).

The following list of records of *L. erichsonii* north of the line connecting the Dutch part of the river Rhine and Hannover contains, with one exception, only very recent data:

1 specimen Driebergen, Holland, April 19, 1942 (coll. v. D. WIEL). 1 sp. Velp near Arnheim, Holland (EVERTS, Coleopt. Neerl. II., 1903; *in litt.* from J. B. CORPORAAL). 1 sp. Kleinkneten near Wildeshausen, March 23, 1946; 1 sp. Aldrup, June 18, 1947; 1 sp. Aldrup, May 6, 1948; 1 sp. Hanstedt near Wildeshausen, June 25, 1950 (last four findings coll. and *in litt.* G. KERSTENS). — 6 larvae on *A. piceae*, Rotenburg/Hann., April 23, 1950 (author). — 1 sp. Sachsenwald near

Hamburg, May 10, 1947 (LOHSE, 1947). — 1 sp. near Lübeck, Oct. 28, 1939 (coll. G. BENICK, after LOHSE, 1947). — 1 sp. Brammer near Rendsburg, July 1, 1950 (coll. and *in litt.* H. H. WEBER). — Several specimens on the seashore of Sylt, May 1950 (coll. and *in litt.* H. H. WEBER). — 1 sp. Fakkegrav, Denmark, May 28, 1939 (WEST, 1942). — 2 sp. Horsens, Denmark, May 9, 1941 (WEST, 1942). — 1 sp. Viemose near Odense, Denmark, June 1, 1945 (WEST, 1947). — 1 sp. Draved Skov, Denmark, May 6, 1950. Several sp. on the seashore near Juelsminde, Denmark (both of the last records *in litt.* from V. HANSEN).

The regional experts and the writer are of the opinion that the records indicate a real migration into the area. The beginning of this may be tentatively placed at about fifty years ago. This development is not surprising considering the increase in the extent of the coniferous forest which has led in turn to suitable climatic and edaphic conditions for *L. erichsonii* in the area concerned. The increase in the coniferous forest has resulted in the adoption of more economic methods of forest management and replantation in northern Germany. The original hardwood stands were gradually replaced by mixed and pure coniferous forests during the course of the last century. In the woods west of Flensburg *L. erichsonii* occurs at a high density on both *A. piceae* and *A. nüsslini* infesting fir stands planted in the 1880's on heath (*in litt.* from Dr. W. EMEIS, Flensburg).

The percentage of coniferous trees in Schleswig-Holstein, the most northerly part of Germany was according to EMEIS (1950), 1867 : 23 per cent; 1900 : 35.5 per cent; 1950 : 46.5 per cent. The same author mentions the current increase of other species which attack softwoods in Schleswig-Holstein. Some statistical data may serve to illustrate the same development in Ostfriesland west of Hamburg.

TABLE II.

Alternation of Forests in Ostfriesland, Northern Germany
(After SCHMIDT, 1951)

Year	Total Forest Area (ha)	Percentage of Coniferous Woods	Percentage of Area Forest-clad
1790	340	8	0.1
1848	1,135	48	0.4
1875	5,200	83	1.7
1937	6,980	83	2.2

Table II indicates the increase of the percentage of coniferous woods as well as the total area covered by forests. Both of these factors are important to a species like *L. erichsonii* which is attached to coniferous forests for nutritive reasons and is able to fly over considerable distances. The latter fact is evidenced by the collection on several occasions of this species on water on the top of gas-tanks

(WESTHOFF, 1881), by its occurrence on the seashore where it has been carried by the tide (*in litt.* from H. H. WEBER), and its occurrence on the islands of Fünen in southern Denmark (WEST, 1947).

We may conclude that the present extension of the range of distribution of *L. erichsonii* to the north is a consequence of relatively recent immigration due in turn to the increase of coniferous forests during the last century. This process is continuing and may lead eventually to the invasion of the southern part of Scandinavia. The ability of this species to expand its range may be of some importance with regard to the further spread of populations released in Canada.

Study Area

Most of the observations on the biology and ecology of *L. erichsonii* were carried out in connection with studies on Chermesids near Spöck, 1950, and near Laimbach, 1951. Both are small villages situated in Upper Bavaria as shown in fig. 3.

The infestation of *A. piceae* near Spöck is located three km. south of the Autobahn Munich-Salzburg, near Rosenheim. The

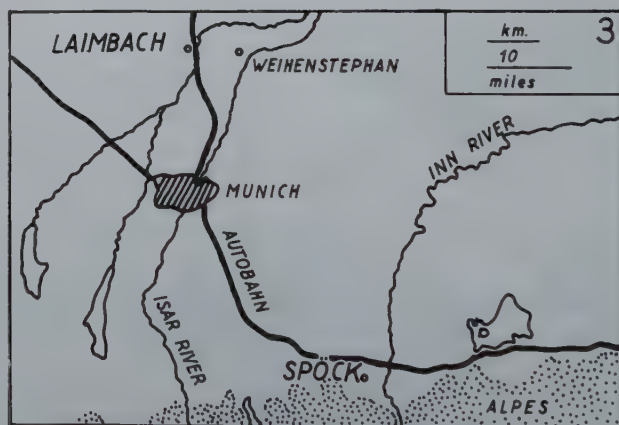


FIG. 3

Places of main observation, Spöck and Laimbach, in southern Bavaria.
Stippled area = mountains.

altitude is 470 m. and the locality belongs to the south Bavarian zone of moraines, according to the classification given by RUBNER (1949). The fir trees (*Abies pectinata* D. C.) are here part of the natural forest community, mostly associated with spruce (*Picea excelsa* LK.) and beech (*Fagus sylvatica* L.). The country surrounding Spöck contains

extensive areas of high moorland and the area covered by forest is not very large in this particular region. About 5 km. south of Spöck the first chain of the Alps begins. This is mostly forest-clad. The stand of firs is located on a low terrace on alluvial sandy ground around a deeply incised creek. It consists of fir (70 %) and spruce (25 %) about 40 to 70 years old, with a slight admixture of oak (*Quercus pedunculata* EHRH.) and maple (*Acer pseudoplatanus* L.). The crown contact is 80 %. Three quarters of the ground is covered by herbs and ferns but shrubs are lacking. A layer of about 20 cm. of humus and humic sand indicates the long history of the forest. The plant society present is typical of a soil poor in lime with plenty of humus and moisture and some nitrogen. In the spring of 1950 about 20 trees were heavily infested by *A. piceae*.

Climatically this area belongs to a zone of high precipitation, about 1,200 mm. per annum, a great deal of which occurs in the summer months. Heavy thunderstorms and hailstorms in June and August are common. The mean temperature per annum is about 8 °C. More details in regard to the climatic conditions at the margin of the Alps are shown in Table I referring to Berchtesgaden. Air and soil temperature of particular interest have been measured (see p. 122).

The area of Laimbach situated about 30 km. north of Munich west of the Autobahn to Nuremberg belongs to the southern Bavarian tertiary hills (according to RUBNER 1949). This zone is of miocene origin and is covered by loess in some parts. Here also the original forest consisted of fir and spruce together with Scotch pine on the drier localities. The altitude which is about 500 m. is nearly equal to that of Spöck but the soil and climate are different. The soil is much more loamy and agriculture has reduced the forest-clad area considerably. The layer of humus in the thinned stands of 50 to 70 year old fir and spruce is much more shallow than in Spöck. It is about 5 cm. deep and mixed with loamy sand. The crown contact ranges from 60 to 80 per cent. The general appearance of the stand is shown in fig. 12. In 1951 about 16 trees were infested by *A. piceae*.

Climatically the Laimbach area is much drier than that near Spöck. The annual mean precipitation is about 750 mm. Table III shows the monthly values at Weihestephan the nearest meteorological station, 12 km. distant from Laimbach. In 1951 the mean temperature was 1 °C warmer than normal, particularly in February and November. The amount of precipitation was normal but the distribution was not uniform exceeding the average considerably in January, March and June whereas April and October were exceptionally dry. Fig. 4 gives more detailed information in regard to climatic conditions during the growing period in 1951.

A comparison of maximum temperature at Weihestephan and in the forest near Laimbach on 12 days in June and July indicated

TABLE III.

Climatic Conditions North of Munich, 1951 Weihestephän
12 km. East of Laimbach.
(495 m. above sea level).

Month	Air Temperature (°C)		Amount of precipitation				Air temper.	
	Average	Deviation	per month	per cent	Summer	Frost	Max.	Min.
	of month	from	mm.	of mean	days	days		
	(1)	normal	(2)		(3)	(4)		
Jan. . .	—0.6	+1.7	91.0	212	—	26	6.5	—10.4
Feb....	1.3	+2.4	35.8	105	—	20	9.0	— 4.2
March.	2.6	—0.1	57.1	136	—	18	16.8	—12.0
April..	7.5	+0.4	14.9	23	—	10	23.5	— 3.3
May ..	12.3	+0.1	72.4	96	2	2	25.4	— 2.5
June .	15.4	+0.1	187.2	201	7	—	29.0	4.7
July...	17.3	+0.3	112.0	108	11	—	30.3	4.5
Aug. .	17.2	+1.1	61.1	70	11	—	29.2	7.1
Sept...	14.3	+1.6	42.2	64	6	1	28.2	— 1.1
Oct. ..	7.4	—0.1	5.6	1	—	10	18.6	— 4.0
Nov. .	5.5	+3.9	47.7	111	—	8	16.1	— 3.6
Dec....	—0.1	+1.1	42.2	86	—	26	8.6	— 9.4
Year .	8.4	+1.0	769.2	103	37	121	30.3	—12.0

(1) Mean air temperature after MANIG (1950). — (2) Mean amount of precipitation per month after Reichsamt f. Wetterdienst, 1939. — (3) Maximum temperature exceeding 25 °C. — (4) Minimum temperature exceeding 0 °C.

a lower maximum of 1.8 °C on an average at the latter locality. Obviously, the meteorological data of a station situated in an open field cannot give more than an approximate idea of the climate in the forest nearby; it may serve however as an indicator of the main characteristics of conditions as they existed in 1951. Phenologically the difference between Spöck and Laimbach was not great so far as *L. erichsonii* was concerned.

The results of the observations made at Laimbach and Spöck were checked by comparison with studies made at Erlangen, Flensburg, Frankfurt/M, Ribeauville and Zürich by other workers.

Life History and Ecology

1. SUMMARY OF LIFE-HISTORY.

The following brief account of the life-history is given as a background to the bionomics and ecology of the species. The adults become noticeable on the tree trunks about the middle of April (*),

(*) The date refer to observations in Upper Bavaria at an altitude of about 500 m.

after hibernating in the forest floor. They feed on both the growing Chermesids and the eggs. The beetles deposit their eggs singly and mainly among groups of the aphids and die in the month of June and July. There are four larval instars the later ones preying on eggs as well as on adults of the host.

After a larval period of approximately two weeks the fourth instar larvae drop to the ground and pupate in the forest floor. Three or four weeks later the young beetles emerge, feed for some weeks or months on the *Adelges* infested trunks and return to the forest floor from August to October. There is one generation per annum, the main feeding activity coinciding with the greatest food supply which is available in May and June.

II. ADULTS.

Spring Emergence and Subsequent Activity.

The first beetles were observed after a few particularly warm days at the end of March or the beginning of April. Some examples of the first appearance are : March 23, 1951 at Seegräben near Zürich (DELUCCHI); April 4, 1953, near Munich; April 9, 1950 at Schönbrunn near Munich; April 12, 1951 at Spöck (WICHMANN); April 17, 1951 at Ribeauville (WYLIE). The appearance of the adult beetles coincides with the resumption of growth of *A. piceae* larvae after hibernation as either L I or L II (L designates larva). The first eggs of the aphid may occur during this time. Temperature plays a dominant part in stimulating the appearance and the later activities of the beetles (*). The daily fluctuations of the air temperature in the forest were studied and an attempt was made to correlate them with the activity of the beetles (Table IV).

TABLE IV.

Air Temperature and Activity of Adult *Laricobius erichsonii*
in the Forest, April and May.

Air temperature (°C)	Kind of activities
3 - 6	Beetles inactive in sheltered places. Some movements like cleaning, exceptionally slow crawling.
7 - 10	First specimens appearing on the open bark.
11 - 13	Most specimens gradually appearing. Mating begins.
14 - 15	Most specimens active; copulation; flight. After some hours of 15° or more : dropping off if disturbed.
16 - at least 32	Active.

(*) In a recent paper, PSCHORN-WALCHER & ZWÖLFER (1956) noted some relation between mean air temperature and beginning of egg depositing.

The thermometer used in these measurements was suspended in a shaded position close to the trunk and two meters from the ground. Sunny spots on the bark were preferred by the beetles at the beginning of cooler days. After heavy rains there was a marked decrease in activity until the bark had dried. A few observations have been made on the upper temperature limit of activity. On the hottest day at Spöck, June 30, 1950, most adults were quite active on the bark at 32 °C air temperature. This temperature however checked the activity of some young beetles leaving the forest floor after the pupal period (fig. 5). For these individuals which emerged from a zone of 18 to 20 °C, the sudden rise of temperature on the surface was obviously

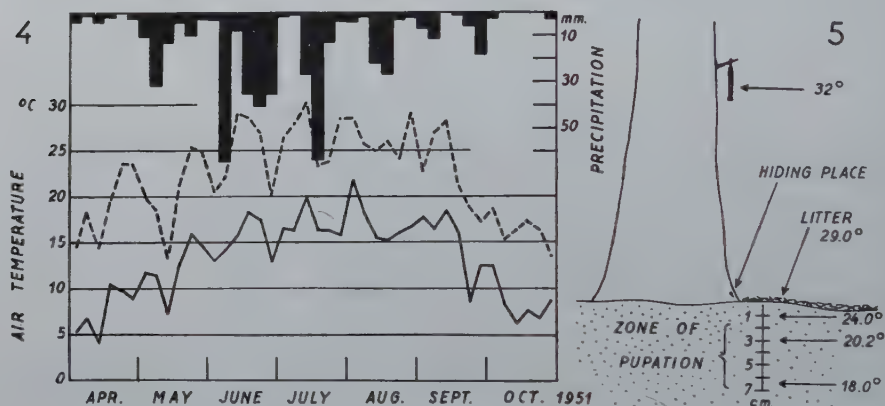


FIG. 4

Mean (—) and maximum (----) air temperature, and precipitation at Weihenstephan, 12 kilometer east of Laimbach, 1951. Temperature means and amount of precipitation are computed from pentades.

FIG. 5

Thermocline between zone of pupation of *L. erichsonii* in the forest floor and the air, on the warmest day of the year. Litter temperature measured 1 cm. beneath the surface. Situation at Spöck, June 30, 1950, 13.30.

a severe shock which caused the beetles to hide under scales of the bark until they had become accustomed to the heat. I. SCHNEIDER who observed the species living on *Pinus strobi* HTG. near Frankfurt/M in 1950 noted that the adults preferred the shaded part of the trunks. This is quite comprehensible since Frankfurt/Main is the warmest and driest locality in which *L. erichsonii* was found. The open stands of white pine (*Pinus strobus* L.) are not so well protected from the sun as are the stands of firs.

If the adult beetles are touched or if a dark object moves near them they commonly react by dropping to the ground. The higher the temperature and the more sultry the atmosphere the more easily

this reaction is provoked. This caused some difficulties to the collectors in the periods before thunderstorms. After dropping to the ground the beetle usually proceeds to fly either to the base of the same tree or to another one. The beetles were also observed to drop when an Opilionid spider running across the bark happened to touch one of them.

Flight is rapid and the impact of landing is comparatively noisy. The beetles do not seem to orientate themselves very accurately when landing since several of them landed on the writer and his collaborators. *Laricobius* is able to fly long distances. There are numerous records of beetles caught on windows and other spots which could not be reached except by flight. The high mobility of the beetles evidently explains why the species is present even in isolated and small infestations of Chermesids.

On warm days activity culminates at the end of the day and usually about sunset. On May 10, 1952 for example, most beetles were visible between 6 p.m. and 8 p.m. The activity thresholds of older beetles after the end of May are often less definite. Many of them remain inactive even at temperatures which have stimulated them to activity some weeks previously. There appears to be a gradual decrease in spontaneous mobility caused neither by relative humidity nor by any other external factor that has been investigated. By the word activity we mean mainly the operations of feeding, mating and egg laying. These forms of activity are supplemented by running on the bark and flying.

Newly Emerged Beetles.

The young beetles appear on the trunks a few days after emerging from the pupae in the soil. At first they are easily recognizable due to the light brown colour of the elytra. The black parts of the body gradually darken and it takes about ten days for them to assume their final colour. The adults die in June and July and are then replaced by the young beetles which appear during the same period. This process depends on the climatic conditions mainly during the larval period. By the end of June or the beginning of July the first young beetles were observed at Spöck, 1950 as well as at Laimbach, 1951 (fig. 11). Some observations on the temperature conditions for young beetles emerging from the ground have been reported above (fig. 5).

The new generation also feeds on the Chermesids and is abundant until the end of July. From then on the number gradually decreases; the last specimens were observed at Spöck on September 27, 1950 and near Laimbach on October 4, 1950. The majority disappear in the month of August. Their hiding place is the forest floor where several

specimens have been found in the litter and in the upper stratum of the soil. They do not collect near infested trees and other places which they prefer during the summer month. You may note that in the literature only a few specimens have been recorded as taken in the moss in the soil (HORION, 1953). The return to the forest floor after a short period of feeding during summer is a habit that is certainly not determined by external factors. The genital organs remain undeveloped. It is suggested that this resting period may be referred to as *dormancy*, the usual expression for a period of reduced activity caused partly by internal factors and beginning in spite of favourable external conditions. It passes over into true hibernation which is apparently ended by climatic factors in the spring.

The fact that the dormant period begins in the summer prevents this species from attacking the autumn generation of *A. piceae* (fig. 8). This imperfect synchronisation of the development of the predator and the prey indicates that *L. erichsonii* is not adapted specifically to *A. piceae* as compared with real specific predators like *Pullus impejus* (MULS.), though this host is preferred in the spring.

Food Consumption.

Adults of *L. erichsonii* are regular predators on Chermesids. All stages of *A. piceae* are consumed by the adults. However, experiments in cages indicate that the adult stages are preferred as food. The usual diet consists in fact of adults and eggs of the Chermesid at least as long as eggs are available. For the most part the adults are not swallowed but the contents of their bodies are absorbed by suction. In this way the wax wool surrounding the bodies of the adults eventually becomes stained with haemolymph. The remaining carcasses dry out and soon disappear. Sometimes the aphids are swallowed completely and their heavily sclerotized beaks may be found inside the alimentary canal (fig. 6). As shown in fig. 8 there are periods when very few or no eggs and adults of *A. piceae* are present. In these periods *L. erichsonii* feeds on the younger stages as well as on dead adults of the latter. As a matter of fact many dead adults are to be found in July on certain tree trunks. The attack on first stage larvae of the host has only occasionally been observed. These are not considered likely to serve as adequate nourishment and are perhaps attacked only when more suitable food cannot be obtained. In some experiments in which first instar larvae (neosistens) of *A. piceae* were offered to *Laricobius* only small numbers were eaten and usually the beetles died. L II and L III however are attacked more regularly. The wide distribution and the overlapping of the spring and summer growth period of the prey help the predator to bridge the periods when suitable food is scarce.

Moving crawlers do not attract the beetles. In a few cases they were seen carrying one or two of the crawlers on their elytra. However, this is an exceptional phenomenon and the species cannot be regarded as a regular vector of Chermesids.

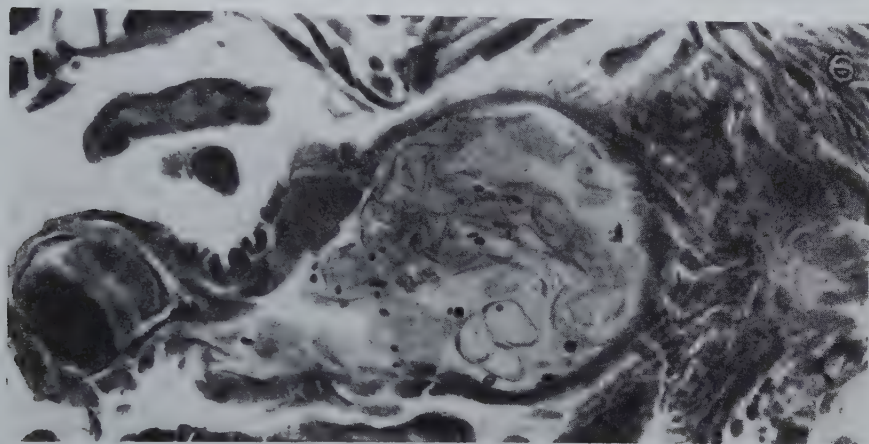


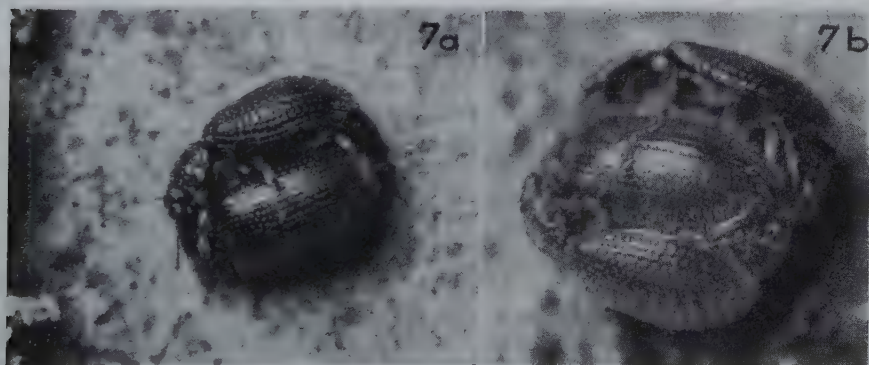
FIG. 6

Hind intestine of *L. erichsonii* ad. containing spores of fungi and beaks of Chermesids 230 x.

FIG. 7

7 a : Mating couple of *L. erichsonii*.

7 b : Mating of three individuals (1 ♀, 2 ♂♂) of *L. erichsonii*.



Food shortage forces the individuals to disperse, a phenomenon also observed in *P. impexus* during the same period (July, beginning of August). The Derodontidae have been regarded by some authors as fungus eaters. No doubt *L. erichsonii* also consumes fungi but considering the amount of the fungus hyphae on bark infested by Chermesids it seems quite natural that a certain amount of this material

is ingested more or less unintentionally with the aphid prey. When dead specimens are eaten by the beetles a quantity of fungus filling the body is unavoidably eaten and may have some nutritive value. Fungus spores are frequently present in the alimentary canal (fig. 6). We have never observed *Laricobius* feeding exclusively on fungus.

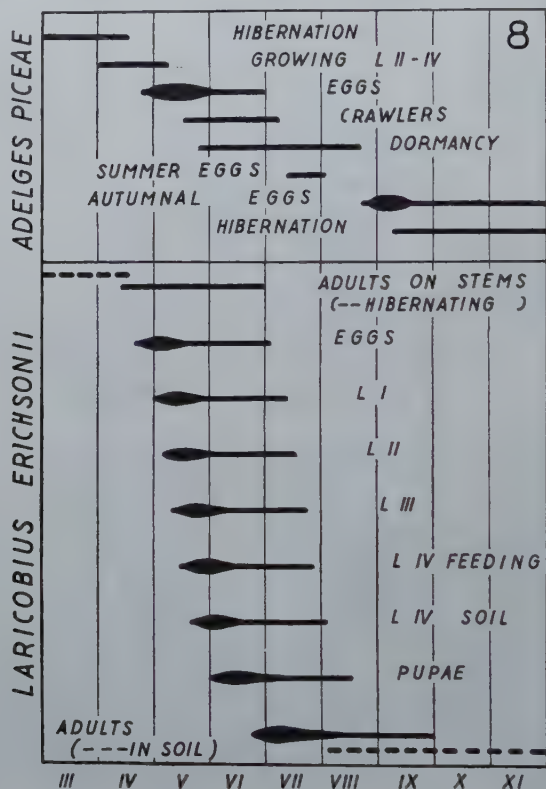


FIG. 8. — Development of *A. piceae* and *L. erichsonii*, Laimbach, 1951.

Periods of main egg production of the Chermesids and main occurrence of the stages of the predator are indicated by thicker lines. Note coincidence of prevalence of younger larvae of *L. erichsonii* with egg production of Chermesid in spring.

Eggs of Chermesids, like adults, are sometimes sucked in and sometimes swallowed. In 16 separate experiments with 5 specimens it was found that 74 per cent of the eggs were swallowed completely and 26 per cent dealt with by suction of the content. *L. erichsonii* can survive on artificially prepared food for a considerable time. Using a mixture of honey and agar-agar, offered as droplets on cardboard in a moist atmosphere, 7 specimens were kept in a cage for 32 days without mortality at a room temperature of about 15 to 20 °C.

One of the specimens lived for 47 days and it is probable that it died from intrinsic causes, not from food shortage, at a time when the beetles in the forest showed signs of reduced vitality (June)

Experiments were carried out in collaboration with Dr. RÜHM to determine the average food consumption of adults after the hibernation period. Single beetles were placed in tubes of 1.5 cm. in diameter and 5 to 6 cm. in length, both ends being covered by cheese-cloth or cotton wool. The room temperature was rather low ranging from about 10 °C in April to approximately 16 °C in July so that it was rather similar to the temperature in the forest. Moisture inside

TABLE V.
Food Consumption by *L. erichsonii* Adults.

Exper. No.	Date 1951	No. of indiv.	No. of days con- sump.	Sect- ions of exper- iment.	Total		Per diem					
					eggs	adults	Maximum eggs	Minimum ad. eggs	Mean eggs	Mean ad.		
F 6	21.V.- 24.VI.	1	29	9	1093	151	72.0	8.0	19.1	3.0	37.7	5.2
F 7	30.V.- 9.VII.	1	36	9	830	189	50.0	9.0	9.2	1.3	23.1	5.2
F 9	21.V.- 17.VI.	1	23	10	794	107	52.5	8.0	15.0	3.0	34.5	4.7
F 10	21.V.- 9.VII.	1	43	14	1120	233	49.5	11.3	6.0	2.0	26.1	5.4
F 11a	27.V.- 13.VI.	1	16	5	477	78	50.0	12.5	25.2	3.3	29.8	4.9
F 11b	13.VI.- 9.VII.	1	22	6	344	131	21.7	7.2	12.0	2.5	15.6	5.9
F 17a	9.VI.- 24.VI.	1	14	4	296	68	33.3	12.5	5.0	1.7	21.2	4.8
F 17b	24.VI.- 9.VII.	1	14	3	163	76	12.6	6.7	10.0	4.0	11.6	5.4
F 18	2.VI.- 9.VII.	1	35	8	710	198	41.8	12.0	8.3	2.1	20.3	5.7
F 19	2.VI.- 9.VII.	1	33	10	728	172	54.0	10.0	2.4	2.5	22.1	5.2
F 20	4.VI.- 9.VII.	1	32	8	621	133	39.0	6.5	10.0	1.3	19.4	4.2
Mean Food Consumption (F 6 - F 20) per diem											23.8	5.2
F 36	21.VI.- 7.VII.	1	10	5	—*)	160	—	19.5	—	12.5	—	16.0
F 1-5	29.IV.- 14.V.	5	9	9	244	—**)	44.0	—	6.0	—	27.2	—

—*) Only adults offered.

—**) Only eggs offered.

the tubes was provided by a strip of bark infested by *A. piceae*. Before this was inserted the adult aphids were counted and the number of eggs evaluated as accurately as possible. It must be noted that the counting of the individual eggs was impossible without destroying the normal egg cluster which might have affected the feeding habits of the beetles. The visual host population was counted after two to four days, before the bark was cleared. The experiments were continued during a considerable time for each individual in order to compensate for short time fluctuations and errors caused by single evaluations.

The oviposition of some of the females in confinement indicated that conditions were fairly comparable with those in nature. The number of adult *Chermesids* consumed by the beetles was of course limited to the number provided. In order to express the total consumption in terms of egg units some tests were performed in which only eggs or adults were offered. (F 36, F 1-5). They indicate an average nutritional equivalent of one adult aphid to 1.7 eggs which shows that the adults were not completely utilized by the predator. The average daily consumption of about 24 eggs and 5 adults is believed to correspond approximately to events in nature. In terms of egg units this amounts to 32.6 eggs per diem. A comparison of the results of rearings on mixed and pure diet indicates that consumption is higher on a mixed diet but the point was not conclusively demonstrated. Table V shows the results of the experiments in detail.

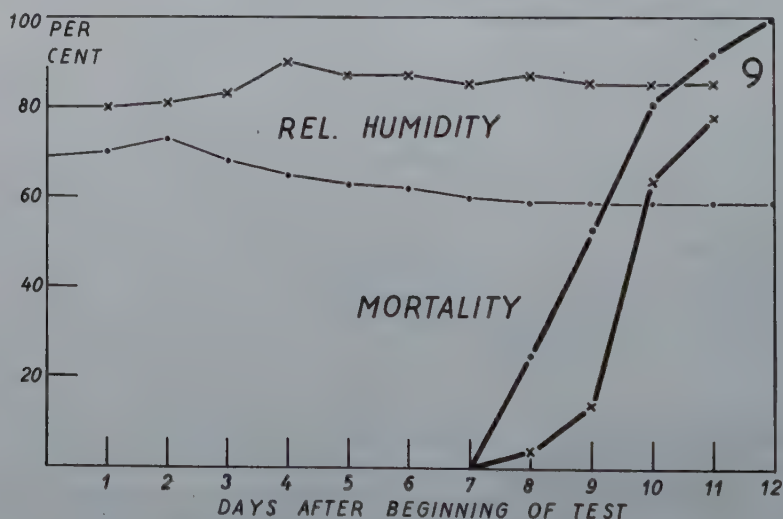


FIG. 9. — Starvation test of *L. erichsonii* adults in shipment box.
 — · — · — mortality and relative humidity in box equipped with moist sponge only. 48 specimens.
 — × — × — mortality and relative humidity in box equipped with moist sponge plus sphagnum. 50 specimens. Temperature around 15-17 °C.

The ability to resist starvation may be important in nature at times of food shortage. In the present project it was essential to determine how long the beetles could live in boxes for shipment to Canada. Figure 9 shows the result of two parallel experiments carried out respectively with 48 (drier series) and 50 individuals in shipment boxes (fig. 27). Each group of beetles was placed into a box equipped with a moist sponge. In addition the box containing the wetter series was supplied with wet sphagnum moss. The relative humidity of the air and the temperature were recorded daily. The temperature ranged from 14 — 19 °C and usually was between 15 — 17 °C. The beetles had been collected in the forest on April 24, 1951 immediately before the start of the experiment.

The graph shows that no mortality occurred during the first seven days and that a difference in the relative humidity of about 25 per cent caused a difference of nearly one day until 50 per cent mortality occurred. It appears that beetles at the beginning of the period of egg production are capable of surviving starvation at cool temperatures (which frequently occur in April and May in Central Europe) at least one week in the forest in the spring months.

Mating.

At suitable temperature (see Table IV) mating occurs throughout the day. It lasts usually one to two hours but matings of five hours have been noted at 19 °C. A great many couples are found mating in the field in April and early May. No special preliminaries have been noted before mating except that the males follow the females for some time. The position of the male in mating is usually lateral to the female which rests in a normal perpendicular or transverse position (fig. 7 a). The fore-legs and the mid-legs of the male span the female while the hind-legs remain near the elytra. Before mating both individuals extend the sexual armature. Sometimes two males were observed attempting to mate with one female (fig. 7 b). Close observation showed that the second male had extended the genital organ which of course could not enter the genital opening of the female. After a time the late arrived disappeared. Females are able to carry the mating male from 5 to 10 centimeters. Rather exposed sites are preferred for copulation. Twice mating was observed at Laimbach at 6° or 7 °C but this was exceptional. The specimens were caught in the act of mating by a sudden fall in air temperature. The last mating of the season was observed on June 14, 1951, at Laimbach. Numerous dissections were made to determine the sex ratio which appeared to be about even. Of 73 specimens examined by H. WICHMANN in 1950 33 were females. Similar results were obtained in 1951.

Oviposition.

At Laimbach in 1951 the period of egg production ranged from the end of April until the end of June. The extension of the line for eggs in fig. 8 includes the period of egg development and therefore is prolonged into the beginning of July. This date is considered to be exceptionally late and a result of the extension of the productive period in May by unfavourable weather conditions. The last eggs found in rearing experiments were noted on June 11, 1951. In

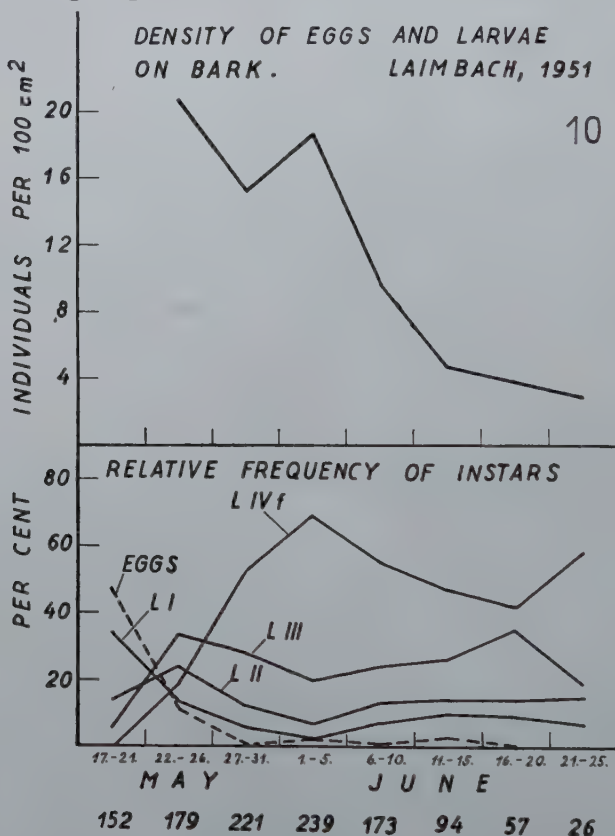


FIG. 10

Population density of eggs and larvae of *L. erichsonii*; relative frequency of instars; on the bark of five infested and regularly checked stems. Laimbach 1951.

The decrease of density shows the disappearing of mature L IV from the bark. Last line : number of larvae plus eggs collected in the respective period.

warmer years oviposition may begin and end about ten days earlier in the same locality. The maximum egg production occurred in the beginning of May and about 80 per cent of the oviposition was completed at the end of May (fig. 10). Females ready to oviposit

run over the bark and extend their terminal abdominal segments into the wax wool of the Chermesids or beneath lichens and moss. There they deposit the eggs usually among egg clusters of the host always singly and not attached to the bark. The distribution of the eggs on the trunk is usually rather uniform and follows the distribution of the aphids. Some trees seem to be preferred by the beetle for reasons which could not be determined.

Some preliminary experiments were carried out to determine the reproductive capacity of *L. erichsonii*. The method was similar to that used in the food experiments. One mating couple was placed in a glass tube of 1.5 by 6 cm., the beetles were fed and the eggs counted daily. The values obtained probably do not indicate the total capacity of the females; the limitation in the space available and the fact that the beetles were taken after April 27th when egg production had been going on for some time make it probable that the maximum value of 41 eggs per female is below the average figure which is estimated to be more than 50 eggs.

The results of the experiments are summarized in Table VI. The figure for mean egg production per female per day during this period is related to the period from the first to the last day of oviposition inclusive. The value of 1.77 has little relation to reality because eggs are usually deposited in groups, as shown in the second part of Table VI.

TABLE VI.

Egg Production of *Laricobius erichsonii*.

No. Females Reared	No. Days in Confinement	Egg Production			Mean per diem Egg Production per Female during Period of Laying
		Total	Per Female		
			Maxim.	Minim.	
16	2 — 34	130	41	1	1.77

Frequency of Egg Groups per diem of Egg Production

Eggs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frequency	16	15	3	4	15	5	4	2	—	1

The data indicate that large groups of eggs are not laid very frequently and groups of (1) 2, and 5 are preferred.

The maximum number of eggs deposited in a short period by one female was 7, 5, 6 on three successive days. Usually there was an interval of 1 to 3 days between two egg groups. Females are able to lay fertile eggs for some time after the removal of the male. One occasion two fertile eggs were deposited 10 days after the male was

taken out of the tube. Dissections of 16 females taken at the end of April 1950 showed only immature reproductive organs. These specimens had been taken at a site where the density of *A. piceae* was extremely low. This suggests that egg production is partly governed by the availability of the food supply. In 1952 mature eggs were found in dissected females in a heavy infestation on April 11, i.e. three days after the date on which the first beetles could have appeared as a result of climatic changes (sudden rise in temperature). From this we may conclude that only a short feeding period at the most is necessary to allow the maturation of the reproductive organs under favourable conditions.

Longevity and Mortality.

The life span of an adult *L. erichsonii* is approximately one year. As mentioned above the individuals of the hibernating generation die after oviposition in June and July. Dead individuals have been found inside the heaps of wax wool on the bark.

Not much is known of the causes of mortality in the adult stage. H. WICHMANN and W. RÜHM observed spiders which were hunting on the bark attempted unsuccessfully to fix beetles on the bark by webs. After a time the specimen moved out apparently undisturbed. Spiders attempting to bite the ventral parts or the legs are warded off by pressing the body toward the bark. *Thanasimus formicarius* L. usually a predator on barkbeetles was seen killing one *L. erichsonii* adult (WICHMANN). Nine elytra of the latter were found on July 14, 1950 at the base of a fir tree suggesting further activity of this predator. One dead specimen was collected on May 1, 1950 in a spider web (*Theridium* sp.). Sometimes beetles have been found caught in fresh resin on the bark.

Though many hundred of adults have been dissected no parasite of this stage has been discovered. The adults live for eight months in the forest floor and it is possible that some predators attack them at this time. Since no aggregation of overwintering individuals occurs heavy losses from this source do not seem probable. On the whole, the

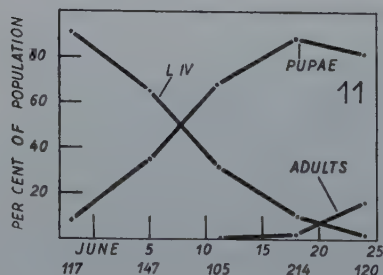


FIG. 11

Development of *L. erichsonii* in the forest floor showing the percentage of L IV (mature), pupae, and adults (yellow) on May 30, June 5, 11, 18, and 24, at Spöck, 1950. Last line : number of individuals per sample.

mortality in the adult stage appears to be of minor importance in the natural control of this species. However, there may be a fairly high mortality due to abiotic factors and careful investigation on this point is required.

III. EGGS.

The length of the egg stage has been determined by individual rearings of 87 eggs in the field laboratory at Laimbach, 1951. This work was mainly carried out by Dr. RÜHM. The length of the stage varied between 7 and 14 days owing to temperature variations. The majority (60 %) of the eggs hatched in 11-12 days in May at room temperature of 8 to 12 °C. Later, in June, only 8—10 days were usually required at 14 to 18 °C. In the forest 5 eggs of 5 single females caged in a small glass ring on the bark were kept under observation and required from 13 to 18 days (May 8 to June 6, 1951). This indicates that even during May the laboratory material was kept warmer than under natural conditions. About 12 to 16 days may be taken as the average length of the egg stage in May in the forest.

Some mortality occurred in eggs deposited late in May and June. This was demonstrated by observing marked eggs on the bark. Owing to the destruction of egg clusters of *A. piceae* by various predators including the larvae of *L. erichsonii* itself many eggs were deprived of their natural shelter and later on removed by rainfall or other factors. In captivity a few adults were observed to feed on their own eggs.

In nature, eggs occurred from end of April to beginning of July (fig. 8 and 10).

IV. LARVAE.

General Behaviour.

Movements. — After hatching the larva remains motionless for some hours. Then it begins crawling into an egg cluster of the host, usually the same cluster by which it was laid. There it remains feeding beneath or among the eggs. When necessary it is able to crawl from 5 to 10 cm. on the bark. This is important if the female has deposited the egg at a distance from the next source of food. The second stage larva seldom moves very much while L III and L IV frequently is seen crawling across the bark and thereby passing (apparently overlooking) feeding places that seem to be suitable for them. Often larvae gather together under pieces of bark pinned on the stem for other purposes. Their movements are facilitated by a temporary fixation of the last abdominal segment on the substratum such as we see in the Lepidopterous «loopers».

If the first stage larvae are touched with a needle they become stiff, their body bends and the extremities extend. This reaction

seldom occurs in later stages. However, all larval stages respond to light disturbance by regurgitating the contents of the fore-gut as a droplet of brown liquid around the mouthparts. This droplet is almost always found after the larvae have been fixed in a fluid like Bouin's solution.

Before pupation the fourth stage larvae move downward on the trunk. The aggregation of mature larvae on the basal parts of the trunk was very noticeable in 1950 and 1951. By the use of basket-shaped glue-traps information on these movements was obtained and is given in Table VII. As this table shows there was a marked downward migration which culminated from May 23rd to the 29th preceding the dropping of the mature larvae for pupation.

TABLE VII.

Result of Glue-Trapping Mature Larvae of *L. erichsonii*
Moving on the Trunk. (Spöck).

Date 1950	Number of Larvae Caught Crawling		(Stem 31)
	Upwards	Downwards	
May 9	Beginning		
May 14	—	—	
May 15	—	—	
May 20	—	—	
May 23	—	19	
May 29	—	25	
May 30	—	9	
June 5	—	1	

By the method of glue-trapping it was shown that the downward movement of the mature larvae of *L. erichsonii* occurred about 10 days later than the corresponding migration of the larvae of *Pullus impezus*. The stage four larvae most commonly reached the forest floor by dropping from the tree. This begins when the downward movement on the bark is at its maximum and continues for some days thereafter.

Before dropping to the ground larvae wriggle until they free themselves from the wax wool or the bark. They concentrate closely around the base of the trunk. During the day dropping proceeds rather irregularly. The maximum fall of larvae was registered on May 23, 1950 at Spöck when 33 larvae fell on a paper 30 × 12 cm. from 2 p.m. to 3 p.m. The process continued with reduced intensity until the middle of June 1950.

The more accurate method of counting the larval fall was used in

1951 at Laimbach. There two plastic funnels were fixed to a tree (fig. 12) and the daily drop of one of them was counted (Table VIII).

TABLE VIII.

Daily Dropping of Mature L IV of *L. erichsonii* (Laimbach, 1951)

Date June.....	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
No. L IV Caught....	37	37	39	45	25	57	20	10	27	13	9	5	32
Date June.....	15	16	17	18	19	20	21	22		Total			
No. L IV Caught....	10	14	7	4	2	3	0	0		396			

The one funnel received approximately one fourth of the larvae which dropped from the tree. The total fall probably amounted to 1,700 to 2,000 since counting was not begun until some days after the larvae had begun to drop. On other trees a few larvae continued to fall until the end of July as shown in fig. 8. The larvae falling on the forest floor are at first quite mobile and crawl some centimeters into the litter burrowing into the upper stratum of the humus or even deeper. There they remain motionless. If disturbed they react only with a rapid movement of the abdomen and even this ceases shortly before pupation.

Camouflage. — The dorsal part of the larval skin of L III and L IV f (i.e. the feeding fourth stage larva), sometimes of L II, is covered by wax wool or other material from the bark. The flakes are attached very tightly to the body wall by a glue-like substance. It appears that this fluid is produced by a series of epidermal glands situated dorsally in a double row beneath the anteriolateral corner of the tergites of each segment (fig. 13). These glands open on the surface of the cuticula (fig. 14) and therefore they cannot be considered to function as moulting-fluid glands. When L IV are ready to drop they discard this dorsal covering. Simultaneously their epidermal glands change histologically and grow considerably. This phenomenon may be connected with pupation but no conclusive facts are known. The glands are present in L I and L II but may not function before the third instar.

The existence of the dorsal cover on the older larvae is apparently highly adaptive (fig. 15). These larger larvae move and are obliged to feed on the side of the egg clusters of the Chermesids owing to their size. The smaller larvae can feed for the most part below the heap of eggs where they are well protected from above. The material by larger larvae accumulated on the tergites resembles the surroundings being white, waxy-wool in fresh and undamaged infestations and turning greyish where the wax wool is dirty or mixed with carcasses of Cher-

mesids and parts of lichens. It thus plays the part of a protective colouration. The method of camouflage used by *L. erichsonii* seems to be more efficient than that used by *P. impeus* which produces snow-white waxy wool even when it is on dark bark.

Moulting begins by a rupture of the dorsal cuticle in the middle of the three thoracic tergites. A little later the frontal cephalic suture splits. While the last abdominal segment is fixed to the substratum the thorax and head gradually work out of the skin being at that time pale yellow in colour. Later on the abdomen frees itself. The cast skin still attached to the support is sometimes useful as an indication of the existence of larvae which have already dropped to the forest floor.

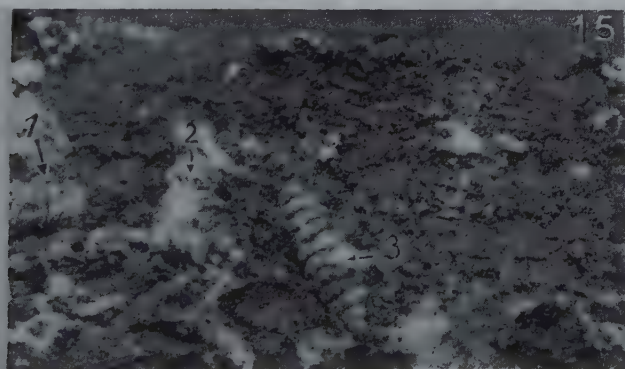
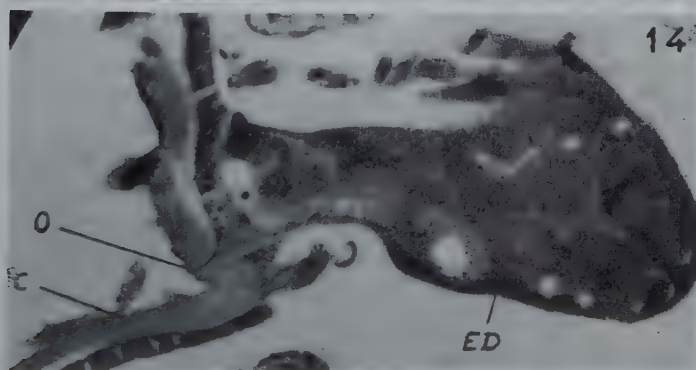
Feeding.

Method of Feeding. — The first and second stage larvae evidently prefer to feed on the eggs of Chermesids of *A. piceae* on which all detailed studies have been carried out. Third and fourth stage larvae prey upon eggs as well as on adults and larvae including occasionally stage one of the Chermesid. They pierce the egg or the body wall with their pointed mandibles and press the head tightly to the food sucking out the contents. The suctorial action is effected by movements of the pharynx and the oesophagus. The pharynx possesses dorsal dilator muscles which originate on two very strongly sclerotized plates of the head capsule characteristic of the larva of this species (Comp. Part II). Often the material the predator sucks is repeated pumped back into the body fluid of the victim which is thus rapidly and entirely mixed with the digestive secretions of the predator. After the attack the eggs of the host are reduced to a spoon-shaped form, sometimes not entirely empty but quite different from the form of hatched eggs.

The colour of the fore-and midgut depends on the kind of food

Legend of Plate

- FIG. 12 : Double funnel arrangement to catch dropping L IV of *L. erichsonii*. Front funnel leads into flower-pot used for rearing. Laimbach, June 1951.
- FIG. 13 : Longitudinal section of L IV of *L. erichsonii* showing series of epidermal glands (EG), one pair per segment (24 x).
- FIG. 14 : Orifice (O) of epidermal gland (ED) perforating cuticula (C) of L IV (290 x).
- FIG. 15 : Three L IV (arrows) of *L. erichsonii* on infested bark. Note the camouflaging effect of dorsally attached wax wool (12 x).



taken. The newly hatched first stage larva is translucent and the yolk which is still present in the alimentary canal gives the foregut a dark yellow colour, while the mid-gut is lemon coloured. After feeding on eggs of Chermesids the part of the alimentary canal containing food turns brownish. Feeding on adults produces a blackish purple colour. This variability in the colour of the gut occurs in other stages though it is partly masked by a general dark colouration in the third and early fourth stage larvae.

The time required by a larva to empty one egg depends on the stage of development and the appetite of the predator. One hungry fourth stage larva emptied six eggs without stopping in the following time intervals : 1 min. 20 sec.; 2 min.; 2 min. 25 sec.; 2 min. 10 sec.; 3 min. 5 sec.; 4 min. The seventh egg was partly emptied in 40 sec. and then abandoned. Sometimes older larvae, particularly those in the fourth stage, swallow the whole egg. This is usually shaken from the mouthparts after the contents have been sucked out.

In the attack on the eggs of the host different stages of the predator may be associated. In the latter part of the season it is quite common to see young and full-grown larvae feeding closely together on the same egg cluster. No cannibalism has been observed in nature and very rarely in specimens reared in confinement. The association of different stages in feeding and the absence of cannibalism appears to favour the survival of the larvae in periods of food shortage which frequently occur on moderately infested trees after the disappearance of the fourth stage *Pullus*. The last stage larvae of the Coccinellid complete their development about two weeks earlier and were often responsible for the first definite reduction of the *A. piceae* population. Thus they diminish the food supply available for the larvae of *L. erichsonii* which are forced to remain on the trunk and complete their larval development there. On one occasion a fourth stage larva of the Coccinellid was seen pushing away a feeding third stage larva of *L. erichsonii*.

The feeding method and the relative ability to find the host have an important bearing on the economic value of a predator. The larvae of *L. erichsonii* are able to clean up lightly and moderately infested bark even though heavier infestations occur in the locality. Table IX illustrates the effect of the work of this species. The tree trunk studied (N. 17, Spöck) was inhabited by numerous and very mobile larvae of *L. erichsonii*. The average density calculated from four samples counted in the field was 18 stage four larvae per 100 sq. cm. Samples listed in Table IX were taken 10 days after most of the larvae had fallen from the tree (counts by H. WICHMANN). Not many other species of predators occurred on the trunk at the time but the Table actually shows the combined effect of several species at a time when *L. erichsonii* predominated.

TABLE IX.

Remainders of Chermesid Population after Feeding of *L. erichsonii*
Larvae as Main Predators.

No. of Sample	Sq. cm.	No. Remainders of <i>A. piceae</i> adults	Still present					
			adults	eggs	L I		L II	
					alive	dead	alive	dead
1	12.0	77	—	1	—	—	—	—
2	15.8	106	—	—	—	—	—	—
3	15.0	247	6	13	6	2	2	—

Protection seems to be afforded to *A. piceae* by large wax wool flakes covering living hosts, narrow cracks of the bark where the older larvae of *L. erichsonii* cannot enter. The wax flakes are produced in greater quantity and the cracks in the bark inhabited more regularly in heavy infestations. For this reason neither *P. impeurus* nor *L. erichsonii* are usually capable of cleaning up a heavy infestation without the co-operation of other predators.

TABLE X.

Food Consumption of Larvae of *L. erichsonii*.

A = adults, E = eggs of *A. piceae*.

Date	Food	No. of Days Consumption	Sections of Exper.	Total Consumption	Per Diem			Duration of Instar (days)	Total Consumption during Instar
					Max.	Min.	Mean		
L I									
7. VI. — 28. VI	E	13	7	93	14.0	3.5	7.2	3.4	24.5
L II									
7. VI. — 5. VII ...	E	13	10	244	25.0	14.7	18.8	3.5	65.8
L III									
30. V. — 7. VII ...	E	68	37	2,042	90.0	17.5	30.1	3.9	117.2
28. VI. — 5. VII ...	A	7	3	96	17.0	11.7	13.7	3.9	.
L IV F									
9. VI. — 7. VII ...	E	13	7	487	56.0	25.3	37.5	4.2	157.5
30. VI. — 1. VII ...	A	2	1	27	—	—	13.5	4.2	

Food Consumption. — The method used to determine the food consumption of the larvae is similar to that used with the adults. Individual larvae of each stage were placed in glass or celluloid tubes and fed with eggs spread on a piece of bark. In these experiments the eggs were counted previously. The possible source of error in the experiments was that the individuals had to search for single eggs instead of finding them in clusters. Most of the experiments were carried out with eggs only. The results are given in Table X.

The column « Duration of Instar » is included to show how the food consumption increased from stage to stage. In fig. 16 this increase is correlated with the growth of the larval head capsule. It may also be related to the increase in the length of the larva indicated in fig. 17. The body increases in size faster than the head capsule. The length of the body is of course not constant for a given stage but depends not only on the growth in the stage but also on the contractions of the muscles at the time of measurement. The larvae remove the contents of adult hosts more thoroughly than do the adult beetles.

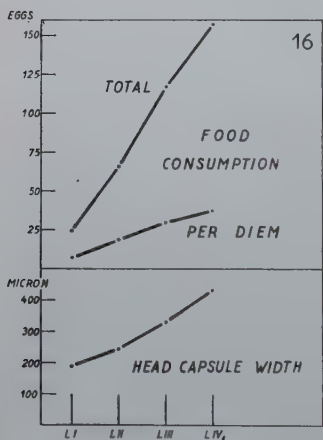


FIG. 16

Mean width of head capsule and food consumption (eggs of *A. piceae*) of larvae of *L. erichsonii*.

Total food consumption as calculated from per diem consumption and mean duration of the respective instar. L IV_f = fourth instar larva before leaving the trunk.

Development.

The duration of the larval stages was determined by rearing individual specimens in small tubes on pieces of infested bark. In the first experiment the individuals were marked with black ink but later this system was abandoned because it caused some mortality and the ink did not remain sufficiently long on the larva. Furthermore it was not found to be necessary. The cast skin, the increase in size and the pale colour of the newly moulted head capsule clearly indicated the beginning of a new stage. No overlapping of head capsule widths occurs (see fig. 44, part II). Rearing work was carried out in a rather cool room, the mean temperature of which ranged

from 9 °C in April to 14 — 18 °C in June. The comparison between the lengths of the egg stage in the laboratory and the field (see page 133) indicates that on the average the room may have been slightly warmer than the forest at Laimbach in 1951. The data for length of stages as presented in Table XI is therefore only approximately.

TABLE XI.

Duration of Egg and Larval Instars of *L. erichsonii* in Laboratory Rearings (Laimbach 1951).

Instar	No. Individuals	Duration of Instar		Mean
		Minimum	Maximum	
Egg	87	7	14	10.8
L I.....	90	2	6	3.4
L II.....	54	2	6	3.5
L III.....	35	3	4	3.9
L IVf	26	3	5	4.2
L IV m (soil)	17	7	10	9.1

The relative frequency of the various stages in the forest was determined by collecting and fixing samples from 5 fir trees near Laimbach every 1 — 3 days in 1951. The results are shown in fig. 10 where the samples of five subsequent days are combined. The figure for eggs may be somewhat inaccurate owing to the difficulty of finding this stage. The graph on the lower half of the figure should be compared with the graph on the upper half showing the decrease in density of the larval population. These graphs show that all stages occurred in small numbers for a considerable period after the beginning of June. The same point is brought out by fig. 8 where the horizontal lines indicate the duration of the various stages not only on the five sample trees but in the whole stand near Laimbach. A comparison with the diagram showing the development of *A. piceae* at the same locality shows clearly how the main egg production of the first generation of the host coincides with the period in which younger larval stages of *L. erichsonii* are most numerous. The last stage larvae frequently prey on the adults of *A. piceae* but the reduction of the host during the summer growth period is mainly due to dipterous predators. It seems probable that the prolongation of development in 1951 was partly due to cool and rainy weather in the middle of May and the beginning of June (compare fig. 4). In 1950 no larvae were found after the end of June on the trunks either in Spöck or in Laimbach. An egg production period of about six weeks may be considered normal for this species at altitudes of about 500 m. Less intensive observations

at other places showed a total larval period of about six weeks for Seegräben, Switzerland (DELUCCI), eight weeks in 1950 and six weeks in 1951 for an area near Flensburg in northern Germany.

Density.

The density of the larval population of *L. erichsonii* varies considerably from tree to tree. Counts had to be made under the binocular microscope as it is impossible to find all the first and second stage larvae in the field. Few individuals are present on light infestations of the host. On the other hand, egg laying females do not seem to be attracted to dense masses of Chermesids. Fig. 10 shows the mean density curve from 5 sample trees as calculated from strips about 25 sq. cm. in area removed from the bark at regular intervals. The maximum density scarcely exceeded 20 individuals per 100 sq. cm. and this fell off quickly after the beginning of June. The larval population was evidently higher in 1950 since 5 unselected samples taken on May 28 at Laimbach averaged 53 larvae per 100 sq. cm. In Spöck a population of 30 larvae per 100 sq. cm. was noted on some trees in 1950 (4 samples, May 11-23). The maximum population density observed up to the present time occurred near Flensburg where on one of the few infested fir-trees a larval population of 73/100 sq. cm. was counted by Miss BERTRAM (May 22, 1950). The low density on lightly infested trees is probably dependent on two factors: a tendency in the females to select more favourable sites and mortality of the predator in the first larval stage owing to the scarcity of food.

Mortality.

Space. — Some mortality in the first larval stage probably occurs owing to the habit of the females of depositing some of their eggs at a distance from the egg cluster of *Adelges* on which the primary larva of *Laricobius* feeds. This is suggested by the fact that the number of eggs on some trunks appeared to be greater than the number of the larvae subsequently found. The lighter the infestation the greater the mortality due to food scarcity other things being equal.

Predation. — In treating the various mortality factors separately we must not forget that in the forest they are inter-connected in a very complex way. A number of polyphagous predators which attack Chermesids also prey occasionally on larvae of *L. erichsonii*. This has been observed with larvae of *Syrphus arcuatus* FALL., *Anatis ocellata* L., *Aphidecta oblitterata* L., *Chrysopa ventralis* CURTIS and other species of this genus, and also with a undetermined heteropterous predator. The chance that one of these predators will be encountered by *L. erichsonii* increases when the number of infested stems decreases after a heavy infestation, as usually happens in Central Europe. This appears to determine a concentration of most of the predators on the

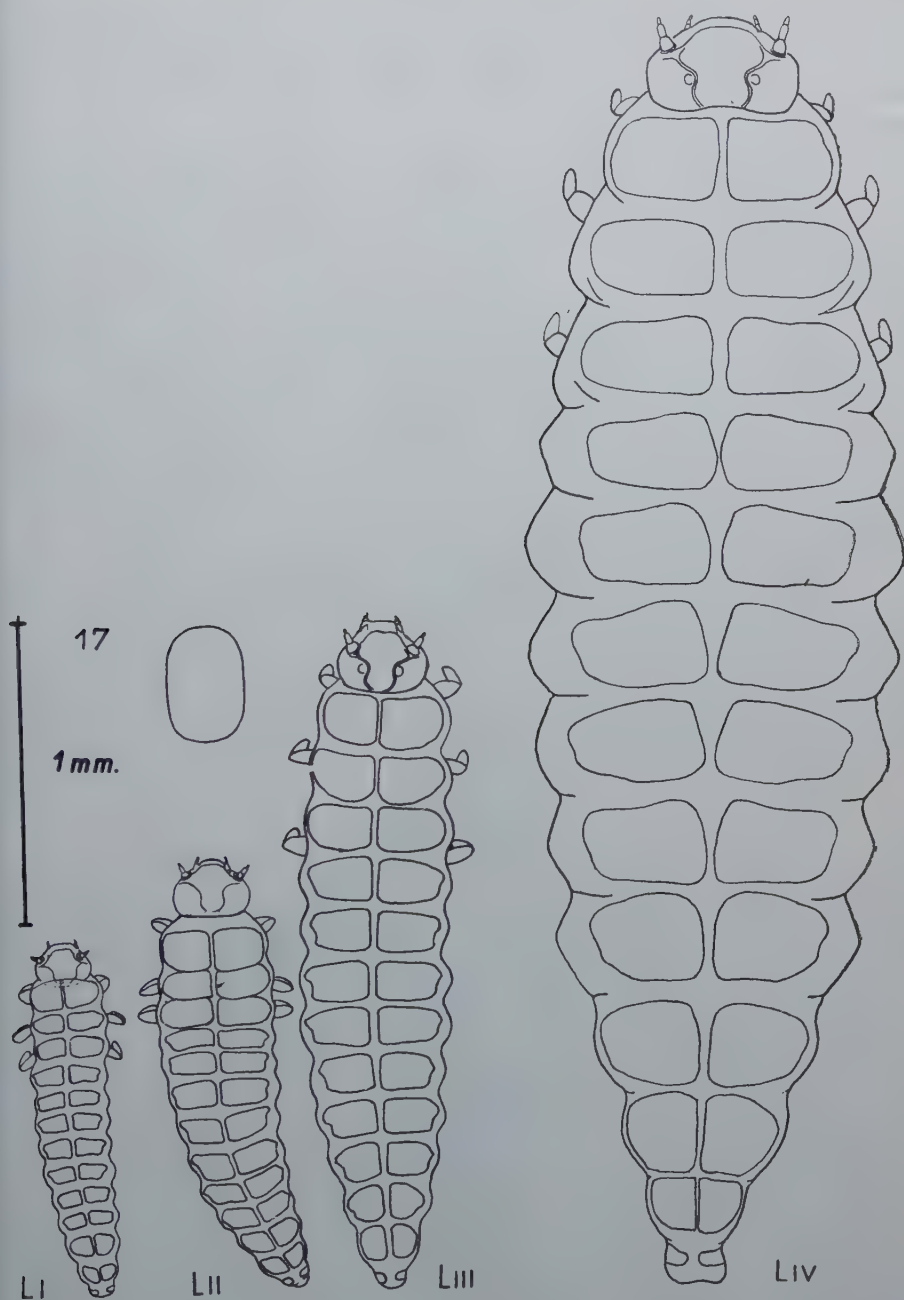


FIG. 17

Increase of body length of larvae of *L. erichsonii*. Above : egg.

remaining aphids and some of them kill each other. Losses from this cause therefore depend on the food supply available. However, on the average mortality by predators in *Laricobius* does not seem to be particularly important.

Parasitism. — There is some larval mortality owing to the attack of parasitic Hymenoptera. This varies in importance. Of five samples of the population in the soil (larvae, pupae, yellow beetles) taken at Spöck in June 1950 and comprising 485 individuals, only 1.5 per cent was parasitized. Of two similar samples taken at Laimbach on June 17, 1950, only one larva of 283 individuals sectioned contained a parasite (0.35 %). Since the only parasitic hymenopteron so far found in *Laricobius* attacks the host larva on the trunk and leaves it about two weeks after it falls to the forest floor the correct time to determine the total parasitism is certainly that of the fall of the mature stage IV larvae. The remains of the host larvae as well as the cocoons of the parasites are difficult to find in the soil. Nevertheless the data indicate that the percentage of parasitism at Spöck as well as at Laimbach was low in 1950.

In 1951 funnels were constructed on some trees in order to catch the falling larvae (fig. 12). Table XII based on data obtained from serial sections of the various larval instars shows a marked increase in the percentage of parasitism as the larvae mature. This attained 61 per cent in the stage IV larvae at the time they fell from the trunks. Of another 51 stage IV mature larvae dissected 28 specimens or 55 % were parasitized (collection at Laimbach, June 10 to 14; in funnels).

TABLE XII.

Degree of Parasitism by *Echthrolaricobius paradoxus* as Visible in Microscope Sections of Larvae of *L. erichsonii* (Laimbach, 1951).

Instar	No. Larvae	Parasitized Individuals Containing						Total Parasitized Indiv.	Percentage Parasitism
		Parasite eggs			Parasite larvae				
		1	2	3	1	2	3		
L I and II ..	15	—	—	—	—	—	—	—	—
L III	20	1	2	—	—	—	2	10	
L IV f	18	1	—	—	5	—	6	33	
L IV m	49	—	—	—	23	6	1	30	61

The high percentage of parasitism corresponded to the observed frequency of the hymenopterous parasites on the tree trunks in 1951. In other declining infestations studied in southern Bavaria and Switzerland many specimens of the same parasite were seen and collected in 1951 and 1952. This suggests that the percentage of

parasitism of the larvae increases in localities where the population density of the host has been at a high level for some time. What the data suggest are an increase in the population of Chermesids



FIG. 18

Echthrolaricobius paradoxus sp.n.; female, dorsal view (drawing by V. DELUCCHI).

followed by an increase of *L. erichsonii* and finally of the parasites which eventually check the rise of the host population. This corresponds to the sequence of events observed in other host parasite fluctuations. The importation of the predator without its specific parasite into Canada may considerably increase its efficiency as an enemy of the balsam woolly aphid provided parasites of other North American hosts do not attack the imported *L. erichsonii*.

The Parasite. — The following description was kindly supplied by Mr. J. F. PERKINS of the British Museum (Natural History), London: (comp. fig. 18 and 19).

« *Echthrolaricobius* Gen. nov.

Antenna with the scape obliquely truncate apically; pedicel large, subquadrate; post-anellus a little shorter than the 4th antennal segment, the flagellum widening a little to the apical segment which is about twice as long as the penultimate; mandible weakly constricted before the base, the upper tooth a little longer than the lower; anterior tentorial pits rather large, the epistomal suture distinct and rather deep below these pits, the clypeus roundly inflexed centrally, apically.

Epomia very short, closing the lateral depression of pronotum above; pronotal groove with a central, transverse carina, the collar rather narrow; notauli distinct anteriorly; sub-alar callus carinate; epicnemial complete; mesosternum with the central furrow deep, no trace of sternauli; front tibia with no apical spine; shaft of claws thin with the apex little decurved; inner spur of hind tibia only very slightly longer than the outer (sub-equal).

1st tergite rather broad, somewhat narrowing from the spiracles to near the base; spiracles at about the basal $1/3$; glymmae deep, the segment carinate laterally, but with no differentiated central area of the post-petiole, with a pair of weak carinae basally which hardly reach the middle of the segment; ovipositor and sheaths upwardly curved, in profile at rest, about as long as the middle tibia; ovipositor broad basally, narrow and broadly emarginate centrally and strongly acuminate apically.

Front wings with the stigma broad, triangular, receiving the radius a little before the middle, 2nd cubital cell pentagonal, irregular, receiving the 2nd recurrent vein just before the apical angle; 2nd recurrent with one fenester, in the upper quarter, nervulus received distinctly beyond the basal vein in the disco-cubital cell, the discoidal vein between these somewhat thickened; the sub-discoidal vein received just below the middle of the 2nd discoidal cell. Hind wing with the median absent basally, for about $3/4$ of the upper margin of the basal cell; nervellus weakly angled at lower $1/3$.

Type species : *Echthrolaricobius paradoxus* sp. nov.

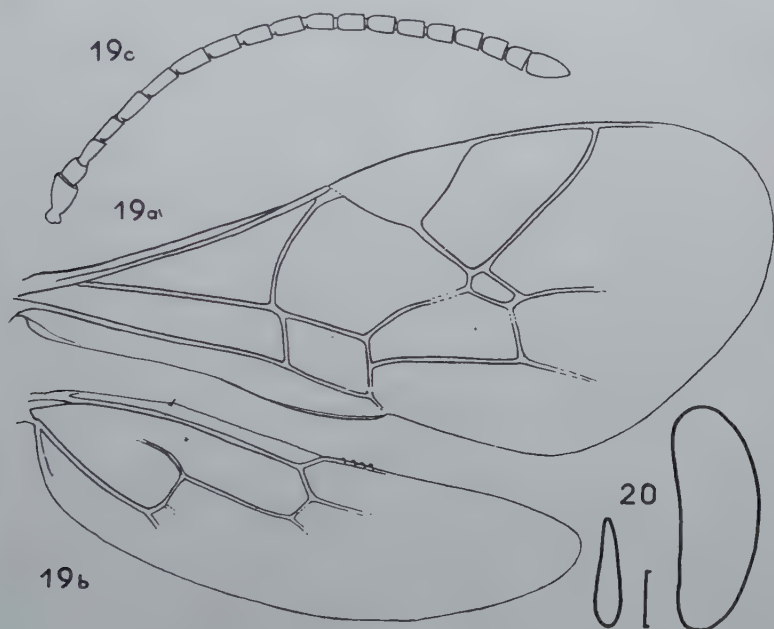
I have placed this genus in the *Phrudini* on account of the erased base of the median vein of the hind wing, the pentagonal 2nd cubital cell of the front wing, the absence of a tooth on the front tibia and the form of the ovipositor. It differs from the described genera however, in having deep glymmae and a much broader 1st tergite.

E. paradoxus sp. nov.

♀ black; clypeus testaceous apically; mandibles testaceous centrally; scape often piceous beneath; legs red, the coxae in part or wholly fuscous; the base of the femora narrowly infusate and the tarsi infusate, the whole legs sometimes more or less infusate; abdomen with the sternites only weakly pale in part; stigma black, venation fuscous, paler posteriorly and basally.

Antenna with 18 (1 ex.) or 19 (11 ex.) segments.

Face, frons and vertex coreaceous, temples and genae weakly coreaceous and shining; clypeus shallowly punctate; molar space sub-equal to the breadth of the base of the mandible; temples weakly converging behind the eyes.



Echthrolaricobius paradoxus sp. n. ♀

FIG. 19: a) Fore-wing; b) hind-wing; c) antenna (drawings by J. F. PERKINS).

FIG. 20: Egg of *Echthrolaricobius paradoxus* in larva of *L. erichsonii*, 30 minutes after depositing (left) and shortly before maturity (right).

Measure = 100 microns.

Mesoscutum coreaceous with the central lobe centrally, and the lateral lobe centrally, strongly shining and almost without sculpture; scutellum shining, convex, finely punctate; mesopleurum coarsely, shallowly coreaceous with the speculum shining and the sculpture disappearing on the mesosternum; propodeum with the basal groove dorsally, narrowly shallow and transcostate; the area basalis large, narrowed posteriorly and often open behind; the area superomedia very small, sub-quadrate and usually open posteriorly, the area petiolaris sub-oval; the spiracular area very broad and weakly or not divided from the area postero-externa, coreaceous, the spiracle minute; scrobs frenalidis very large, well impressed.

Abdomen with the 2nd tergite having the epipleura about twice as long as broad and inflexed, no inflexed epipleura on the following segments; 1st tergite coreaceous, the sculpture often running into striae towards the apex; the rest of the tergites with no distinct sculpture, but evenly covered with conspicuous pubescence; ovipositor sheath equal in length to segments 1 and 2 of hind tarsus.

Length: 2.5 — 3.0 mm.

♂ Unknown.

Host: *Laricobius erichsonii* (ROSENH.).

Holotype: ♀ Switzerland : Seegräben near Zürich, coll. 24. V. 1951 (J. FRANZ). (B.M. Coll.).

Paratypes: 2 ♀ same data as holotype. Germany : Laimbach near Munich 3 ♀ coll. 28. V. 1951 and 6 ♀ coll. 7. V. 1952 (J. FRANZ).

I am indebted to Mr. J. FRANZ for sending me this material to examine. »

The *E. paradoxus* completes only one generation a year, like its host. Females are numerous and easily to watch on trunks inhabited by *L. erichsonii* whereas males have not been found so far. The period of egg laying is the middle of May to the middle of June. Only L III and L IV of *L. erichsonii* is attacked. The females oviposit also readily in rearings. They fly around the tree or walk on the bark, lightly tapping it with their antennae. Upon locating the host larva the ovipositor is brought into the correct position to thrust at it and the abdomen bent forward. If the attack is successful the ovipositor remains inserted for a period of about 20 seconds. The host is usually struck on the lateral or ventral part of the last third of the abdomen and becomes temporarily paralyzed. Sometimes it makes a striking movement and may move the abdomen. However, it never succeeds in displacing the parasite which frequently feeds at the hole made by its ovipositor. During the rearing work the parasite has sometimes been seen to strike at the host without depositing eggs. In nature as many as three larvae have been found in a single host (Table XII and fig. 21). It is unlikely that all these could complete their development because of the rapid growth in the final stage.

As shown in figure 20, the form of the egg changes considerably during the course of its development. It is about 200 microns long and 45 microns wide when first deposited, tapering at each end. About the time the egg is ready to hatch it has expanded about 20 times measuring 410×150 microns. (Measurements taken after fixation in alcoholic Bouin solution).

Hatching the larva emerges through the anterior end of the egg. Its general appearance in longitudinal section is shown in fig. 22. There is a well defined head capsule. The alimentary canal is of the usual tube-like simple shape the mid-intestine being about four times as long as the fore intestine. Salivary glands extend up to the last

third of the abdomen in specimens in mature host larvae. The other larval characters will be described more fully in another paper. It may be noted that none of the parasite larvae dissected or found in microscopic sections was enclosed by phagocytes. The only reaction of the host tissue discovered was an increased tendency of the hemolymph of parasitized specimens to take stains. Parasite larvae in hosts dropping from trunks are up to 0.7 mm. in length; thus they have not yet attained one sixth of the length of the host larva. However, after the host sends to the forest floor the parasite grows rapidly and empties the body of the host almost completely during the course of the 13 to 17 days spent in the soil. In the final stage the parasite larva becomes wine-red in colour and this colour shows through the yellow transparent skin of the larva of *L. erichsonii*. Finally, when it has attained a length of 2 to 3 mm. the host skin is ruptured completely and the parasite emerges by undulating movements of the body. The remainder of the host skin is very thin and torn to pieces. The larva of the Ichneumonid has a striking purple-reddish colour except at the ends which are whitish (fig. 23). Soon after issuing from the host it spins a whitish cocoon in the forest-floor about 2.75 mm. in length and studded externally with articles of the soil. They hibernate in the cocoons and issue in early May when the older host larvae are available. The females of the parasite feed on the honey dew of the Chermesids as well as on the body fluid of the host.

It is believed that *E. paradoxus* is specific to *L. erichsonii* because of its parasitism of a host which is also taxonomically isolated and the absence of any adverse reaction of the tissues of the parasitized host larva. The parasite has been found at Seegräben and near Winterthur, Switzerland, by V. DELUCCHI, near Spöck, Laimbach, Tussenhausen, Tölz, Reichenhall and four localities in southern Bavaria as well as near Darmstadt by the writer. None of 4 stage III and 11 stage IV larvae from Flensburg, northern Germany, contained the parasite. However, until more material is obtained for dissection no conclusions can be drawn in regard to the pattern of distribution of the Ichneumonid in the northern areas infested by the host.

Epizootic. — The most important cause of mortality in the larva of *L. erichsonii* so far observed is a disease. It may provisionally be called «Black Spot Disease» because it is characterized by the appearance of irregular black spots on the skin (fig. 26). They are clearly recognizable and may attain 0.01 mm. in diameter. They are not restricted to any particular part of the body. They usually grow from the inside of the body wall to the surface and sometimes penetrate the cuticula.

These black spots are only one of the symptoms of the disease. Plans for detailed study have been made after the infectious agent has been isolated. It will therefore be described only briefly in this

paper. Serial sections of the larvae of *L. erichsonii* show groups or masses of bipolar, rod-shaped bacteria (length 2.3 microns) usually filling the alimentary canal in the first place later invading the other tissues. Organisms morphologically different but which are perhaps forms of the same pathogenic agent have been found in living larvae. Bacteria indistinguishable from those occurring in the alimentary canal have been found in the black spots. Furthermore, in the fore-intestine of adults bacteria morphologically identical were observed packed in black spots attached to the intima. However, as the causative agent of the disease has not yet been positively identified it does not seem worth while describing the histopathological symptoms of the disease at present.

On the other hand, the external examination of larvae collected at Laimbach (May 17 - July 2nd) seem to throw some light on the significance of the disease as a controlling factor (FRANZ 1952).

Nine hundred and forty-nine larvae were collected during the period mentioned. During the course of the season the proportion of black spotted third and fourth stage larvae increased| very considerably. The percentage of individuals with black dots in the samples ranged from 0 to 25 in the second stage, from 0 to 33 in the third stage, from 10 to 42 in the young fourth stage and from 55 to 65 in the mature fourth stage. The study of serial sections of a smaller sample taken at the same locality showed that only about 75 % of the infected individuals have externally visible symptoms of the disease. Of 14 young stage four larvae 43 % and of 47 stage four mature larvae 81 % were found to be either heavily infected by bacteria or bore black spots externally. This means that the mortality of the fourth stage larvae at the time they fell from the trees was approximately 80 %.

The study of material from other localities showed that the disease was present in several infestations of *A. piceae*. Infected

Legend of plate

FIG. 21 : Two larvae of *E. paradoxus* in the fat body of L IV, *L. erichsonii*.

FIG. 22 : Longitudinal median section of young larva of *E. paradoxus* in the fat body of the last segments of L IV, *L. erichsonii*.

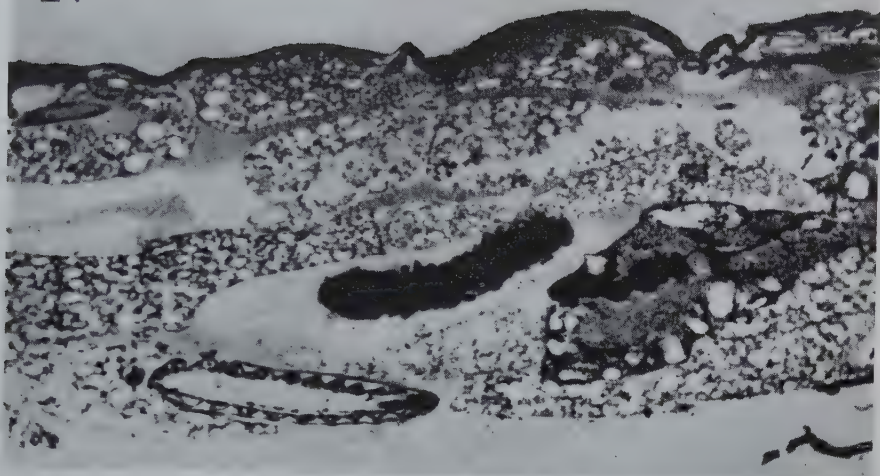
B = brain, P = pharynx, F = fore-gut, M = mid-gut, H = hind-gut, HE = hemolymph of host. (100 x).

FIG. 23 : *E. paradoxus*, mature larva, after leaving host larva in the soil (10 x).

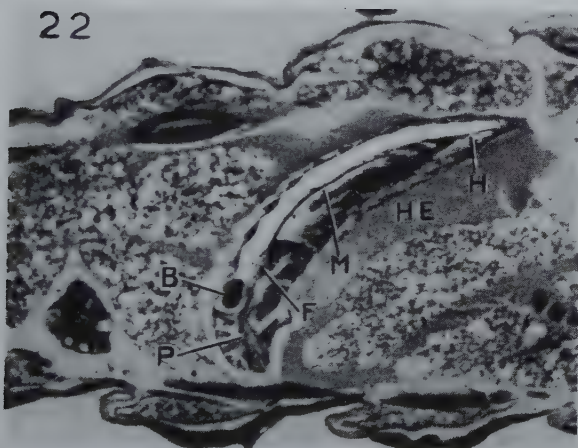
FIG. 24 : Mature L IV and pupae of *L. erichsonii* in the loose, humic soil near Spöck, 1950.

FIG. 25 : Pupa of *L. erichsonii* besides its cavity in the loamy soil near Laimbach.

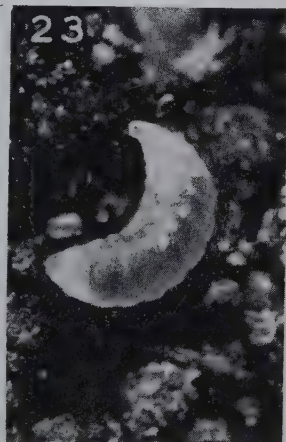
21



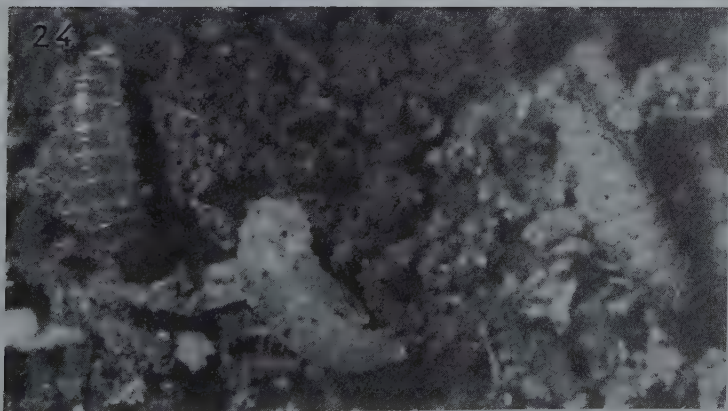
22



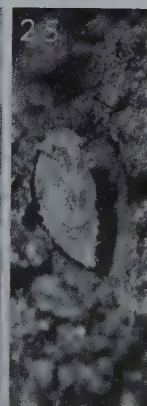
23



24



25



larvae of *Laricobius* were found in fact among those collected at Spöck in 1950, near Tussenhausen, Bavaria, and near Flensburg in northern Germany as well as at Seegräben, Switzerland. The occurrence of the Black Spot Disease in northern Germany is of special interest. It indicates that the pathogenic organism is widely distributed. In spite of its presence *L. erichsonii* is known to be an effective predator in all (about 60) the infestations of *A. piceae* studied and in about a dozen colonies of other Chermesids studied by the writer. The high percentage of infection among mature stage IV at Laimbach indicates that infection usually occurs on the bark. It seems probable that this habitat becomes increasingly infectious if it continues to be populated by *L. erichsonii* during successive years, as is usual in infestations of *A. piceae*. In Laimbach larval mortality was not noticed in 1950 but was severe in 1951. This was at least the third year of a local outbreak of the Chermesid and the number of trees infested was much less in 1951 than in 1950. These facts suggest that the disease tends to occur and develop in an infestation of *Adelges* on the down grade.

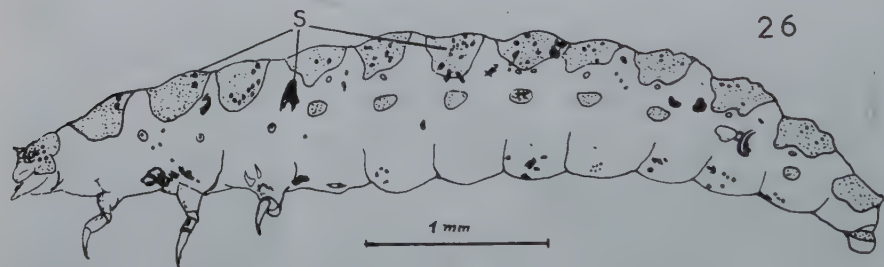


FIG. 26

L IV *L. erichsonii* showing typical black spots of the disease.

As far as we have studied the combined effect of parasitism and disease is a drastic reduction of the larval population of *L. erichsonii*. From a lot of approximately 400 mature fourth stage larvae, kept in a flower pot, only six adult beetles emerged (1.5 per cent). Even if we attribute some of the loss to the rearing methods (which however were successful in 1950 at Spöck) the total mortality of the mature larvae and pupae must have been from 90 to 95 per cent in Laimbach in 1951. This figure agrees with the results obtained by the examination of microscopic sections. Of 47 mature fourth stage larvae sectioned only one specimen showed neither disease nor parasitism. A great amount of material could not be examined by sectioning owing to the time required for the work but the results certainly agree with field observations in that they show a marked reduction of population density after the emergence of the young beetles.

To sum up, therefore, it appears that the larval mortality in *Laricobius erichsonii* is very severe particularly at high population levels which are commonly found in declining infestations of *A. piceae*.

V. PUPAE.

Habitat.

Pupae of *L. erichsonii* are formed in the forest floor. However, V. DELUCCHI found some mature L IV under moss on infested stems (trunks) near Winterthur, Switzerland. Successful pupation in those situations has not been observed. Reared fourth instar larvae if prevented from entering the ground die within 1 to 2 days. Soil conditions were markedly different at Spöck and at Laimbach, as mentioned above. At Spöck, there was a rather thick layer of undecomposed needles (about 3 cm.), beneath that half decomposed litter, and finally, from 8 to 20 cm. deep humus at the lowest level mostly mixed with sand. There, the main zone of pupation was on the border between the half-decomposed needles and the pure humus, ranging usually from 6 to 10 cm. under the surface. The soil was very loose and the place where mature L IV and pupae were found was not changed by pupation (fig. 24).

Near Laimbach the soil was much more loamy and covered only by a thin layer of partly decomposed and partly earthy humus. There, the L IVm entered the loamy soil and only a few were found in the shallow humus layer over it. The place of pupation was a small cavity neatly molded in the earth (fig. 25). Apparently a certain and constant amount of humidity is needed and is obtained by the L IVm under various conditions. Under some stems the density of larvae and pupae in the soil was very high. Even three months after pupation its traces were visible and at Laimbach, in October 1950, the earth had actually a somewhat porous character.

Development.

The duration of the pupal stage has been determined by single rearings of mature L IV in 1950 and 1951. The mean for 9 individuals is 13.3 days, the extreme values being close together (13 and 14 days). Thus, the total time spent in the forest floor is about 9 days for L IVm plus 13 days for the pupa, amounting to 22 days. The phenology of the developmental period of the pupae has been investigated primarily at Spöck in 1950. Fig. 11 shows the result of 5 samples taken in May and June, 1950. Since the young beetles leave the forest floor a few days after emergence a more extended observation would give no additional information in development any more.

Also in 1951, the main time of pupation was in June and beginning of July (fig. 8). The soil temperature was measured in 1950 and was found to range from 12.5 to 14.5 °C in the deeper humus stratum, and

from 16.0 to 20.5 °C in the deeper layer of the partly decomposed litter, during the period of pupation.

The general course of development in the two main study areas coincided rather well according to samples of the soil population taken on two subsequent days in 1950. At Laimbach, on June 17, of 275 individuals collected from the forest floor 2.5 per cent were larvae, 91.7 per cent pupae, and 5.8 per cent adults. At Spöck, on June 18, of 214 individuals 10.3 per cent were larvae, 87.8 per cent pupae, and 1.9 per cent adults.

Mortality.

The mortality of the soil population due to natural enemies attacking it in the ground, could not be determined quantitatively. Some predatory species like *Lithobius* sp. (Chilopoda), *Xantholinus* sp. (2 different species) (Col., Staphylinidae), *Atheta* (Col., Staphylinidae), larvae of Elaterids and *Diptera* (Therevidae) have been found among the pupae and may have preyed upon them. However, *Atheta*, the most common genus, did not accept the larvae or pupae of *L. erichsonii* in the laboratory. Only by *Xantholinus* sp. the species was eaten in captivity, and this was not numerous. No parasitic *Hymenoptera* and only one specimen of Nematode (*Oxyurata* sp.) was found in more than 400 pupae dissected. Some mortality caused by the disease treated in the last chapter may have occurred in the pupae. Usually infected larvae died before metamorphosis. Some crippled pupae and some containing masses of bacteria were found, occasionally, in 1951. In comparison with the larval stage, pupae seem to be less liable to heavy mortality caused by biotic factors.

H. SCHMUTTERER who observed the species near Erlangen in a rather dry situation in 1950, reports that slight mortality and crippling of pupae occurred due to dry conditions in the soil. Furthermore, in rearings made by the writer, pupae died if the soil was not kept rather moist. This points to the necessity of humid conditions for pupation as mentioned in the chapter on the factors influencing geographical distribution.

Host Specificity and Ability to Find Hosts

In a recent paper THOMPSON (1951) draws attention to the problem of the specificity of host relations in predacious insects and its economic importance. He says that the understanding of what we call specificity is one of the most important problems involved in the scientific investigation of biological control. — The food insects of *L. erichsonii*, the Chermesids, are particularly suitable for studies on this problem. There are several species of Chermesids apparently closely related and sometimes infesting neighbouring coniferous trees.

This makes it possible to study the behaviour, preference, and specificity of animals preying upon the Chermesids. THOMPSON concluded from observations of caged ladybirds that the capability of adults to feed on certain host insects does not prove the real specificity of the respective predator. Long term field studies in mixed infestations of accessible food supply, where the predators are in fact able to choose, will yield the most reliable results.

During two years study on *L. erichsonii* the writer observed the species in the following mixed infestations : *A. piceae* (always on fir-trees) together with *A. nüsslini* on fir-trees at Berchtesgaden, Flensburg, and Villingen, together with *Pinus pineoides* CHOLODK., on spruce at Tussenhausen and Schönbrunn, together with *Pinus strobi* HTG. on white pine at Schönbrunn and Spöck. In addition the predator was found on *A. cooleyi* (GILL.) on Douglas fir by U. SCHINDLER near Sieber, Harz mountains, and on the Chermesids mentioned above in many pure infestations.

The life-history of all Chermesids living on the bark of coniferous stems is fundamentally similar : one parthenogenetic generation follows the other, often alternating with periods of dormancy. The appearance of the infestations is very similar, all stems being more or less covered by wax wool. The results of these observations may be summarized as follows :

1. The species occurred on all of the Chermesids mentioned and larvae were found on the same host species except *A. cooleyi*. More intensive studies on this species are still lacking. It is highly probable that adults collected from other coniferous trees in Central Europe (*Pinus silvestris*, *P. montana*, *P. cembra*, and *Larix europea*) prey upon the Chermesids of those trees. The writer supposes that eggs are also laid on those other Chermesids, but this has not yet been proved. Only the adults are able to select certain food species while the larvae have to live on the supply available or to die because they are not capable of moving to another host tree.

2. *L. erichsonii* occurred in each of some 60 infestations of *A. piceae* seen by the author in Germany and Switzerland. This has been confirmed with regard to other Swiss infestations by V. DELUCCHI and for French infestations by G. WYLIE (Vosges) as mentioned above.

3. *A. piceae* was preferred by the predator in nearly all cases studied. Preference has been measured in terms of population density of the predator. The only exception concerns a stand of fir-trees partly infested by *A. piceae*, partly by *A. nüsslini* in May. *Nüsslini* trees grew on the edge of the forest and obtained, therefore, more sunlight than other stems; they were apparently preferred by *L. erichsonii*, probably because of more favourable temperature on the exposed stems on the day of observation.

The usual preference given to *A. piceae* may be due to the following factors :

a) The average number of eggs per female of *A. piceae* as well as per square unit, in infestations of this species usually exceeds considerably the corresponding values of other Chermesids on stems, in spring. In the case of *A. nüsslini*, larvae or adults of *L. erichsonii* were never observed feeding on twig infestations by the writer, and very exceptionally by G. WYLIE (*in litt.*). This preference is the more surprising since the egg production of sistens adults on twigs is many-fold higher than that on stems.

b) The eggs of *A. piceae* are more voluminous (length 0.32 mm.) than those of *P. pineoides* (0.25 mm.), *A. cooleyi* (0.28 mm.), and *P. strobil* (0.29 mm.). Also the adults are correspondingly bigger. The fact that it provides a better food supply than other Chermesids may be one main reason of the attraction of *A. piceae*.

c) Comparing the wax wool production of both the closely related *A. piceae* and *A. nüsslini* it becomes clear that there is a great difference : stems full of larvae or adults of the latter are rarely covered with any considerable amount of wax wool while *A. piceae* produces quite a lot of it.

This cover is used by and probably useful to the larvae of *L. erichsonii* as providing some sort of camouflage (see p. 135).

4. The occurrence of *L. erichsonii* on so many species may be interpreted either as caused by a moderate host specificity or by the existence of several strains specialized on the respective host. The latter theory does not seem to be probable in this case since some of the Chermesids attacked by the predator were introduced into Germany not long ago, e. g. *A. cooleyi* on Douglas fir about 20 years ago. The number of generations (20) is believed to be too small for the evolution of new strains.

Furthermore, *L. erichsonii* is not considered to be particularly well adapted to its preferred host, *A. piceae*. This might be concluded from the lack of synchronization of generations and time of activity of both species. Shortly before the autumnal egg production of the Chermesids sets in, the predator disappears and enters the forest floor, as shown in fig. 8. True specific predators like *Pullus impejus* (*) synchronize well with the host and can utilize more of the food supply normally available (comp. DELUCCHI, 1954).

Finally, the supposed low degree of host specificity of *L. erichsonii* is in accord with its rather conservative morphological characters as partly described in part II of this paper. It would be worth-while, however, to study more intensively the behaviour of single individuals

(*) Its feeding on *A. piceae* was discovered by Prof. MESNIL in 1949.

in mixed infestations and on host species like *A. cooleyi* which are new for the predator and not yet accepted or found in all infestations. The range of host specificity of the beetle is believed to be large enough to allow successful spread and expansion under slightly different conditions, for example, on the Chermesids of the balsam fir in eastern Canada.

The destructive power of any predatory insect is dependent on its ability to find hosts. The ability to perceive hosts even at low population density of the prey entails, after THOMPSON (1951), that the predator must also be specifically attracted by the host. There are, no doubt, two aspects of this problem.

The first concerns the *adults*, very agile insects which are known to fly some distance. They have to locate the Chermesid infestation for their own food supply and for oviposition. There is a good deal of evidence that they are well capable of perceiving the host at a greater distance. Several infestations are known either well isolated or in which only a scarcely visible part of the bark was infested; these places had been found by *L. erichsonii* adults. It is highly improbable that they can do this only by random searching.

The second aspect of the problem concerns the *larvae*. Although the observations made are not conclusive, it seems unlikely that they perceive their food at any great distance. The eggs are usually placed in or near the egg clusters of the host. After reduction of the host density by several species of predators the late hatching larvae have to find the remaining food now much dispersed on the bark. An example of the searching ability in a low and medium infestation is given in table IX. — The regular aggregation of several larvae of *L. erichsonii* on the last remains of the host indicates the ability to locate them. The crawling of larvae, however, on a well searched bark looks much like random activity. They often pass very near hosts without finding them and appear to discover them mainly by undirected movement.

Thus, according to our present knowledge, based mainly on field observations, the adults of *L. erichsonii* seem to be capable of finding their host at a great distance. The larvae, confined to the bark of one tree, are also quite able to locate hosts at low population density, but their success seems to be based more or less on random movement. Further experimental studies of the problem have been planned.

Economic Importance

The exact economic importance of *L. erichsonii* is difficult to ascertain at this time. With the incomplete information on hand, the minimum consumption of *A. piceae* eggs by one individual in its life time may, however, be estimated.

TABLE XIII.

Approximate Food Consumption by one *L. erichsonii*
in its Life Time
(Expressed in Units of Eggs of *A. piceae*)

Stage	No. Feeding Days	Per Diem Capacity	No. Eggs Consumed
Hibernating beetles (20.IV.-20.VI.)	61	33 (*)	2,013
Larval stages	15	(**)	365
Newly emerged beetles (15.VI.-10.VIII.) ..	37	16	592
Total Food Consumption			2,970

(*) See Table V. (**) See Table X.

A good many points in table XIII are open to discussion. The number of feeding days of hibernating and newly emerged beetles is estimated at 61 or 37 days, respectively, a period corresponding approximately to the mean duration of the occurrence of the adults on the bark, but arbitrarily chosen out of several possible figures. The amount of food consumption of new beetles is also arbitrarily assessed as half as much as that of hibernating beetles although the point has not been tested experimentally. However is in accord the fact that young beetles are not very active. An unavoidable error involved is the fact that neither the preference of adult Chermesids by the beetles nor the grubbing up of the larvae are considered. Both factors are likely to increase the efficiency of the species.

In spite of such limiting considerations the data in table XIII permit a rough calculation of the population density of *L. erichsonii* necessary to clean a certain square unit of infested bark. The density of eggs of *A. piceae* spring generation per 100 sq. cm. as counted on heavily infested stems at Spöck, 1950, averaged 54,960 (8 counts). Making allowance for the autumnal egg production as being about 5,000 the approximate number of host eggs is 60,000 per 100 sq. cm. per year (*).

Correlating this number with the approximate total food consumption as assessed for one individual of *L. erichsonii* we can get an idea of the possible effect of the predator on its host, in spite of the errors involved in the approximation. We find that about 20 individuals per 100 sq. cm. would be necessary to clean a heavily infested piece of bark. This population density is reached and exceeded by the larvae (see p. 142), but the larval food consumption plays but a small

(*) The interference of other predators is considered in this simplified example inasmuch as the density values are based on counts of bark populated by several predacious species.

part compared with that of the adults (Table XIII), due to their short developmental period. The density of adults, however, as observed in the field, never exceeded 8 - 10 individuals per 20 sq. dm., a unit which was used for regular counts at Spöck, 1950, throughout the season. Assuming that only 50 per cent have been counted because they are easily overlooked in their hiding places, the maximum density of adults may have ranged from 1.0 to 0.5 per 100 sq. cm. instead of about 20 which would be necessary. In some newly started infestations of *A. piceae* the density of adults was one tenth of this maximum and less. From this it is obvious that *L. erichsonii* alone is not able to clean trees heavily infested by *A. piceae* under the conditions existing in Central Europe. Evidently its productive power does not keep pace with that of its hosts; it is itself controlled by various mortality factors acting upon populations which reach a certain density.

The result of the above considerations is by no means surprising for entomologists who have watched the sequence of events in infestations of *A. piceae*. The activity of predators is characterized by the succession and intervention of several species none of which would, so far as we know, be capable of cleaning heavily infested bark alone (comp. KARAFIAT & FRANZ, 1956). The main characteristics of the part played by *L. erichsonii* seem to be :

a) Concentration of feeding in a relatively short period which coincides with the main egg production of the host.

b) Increase in the effect of feeding by the preference of the adult beetles for adult Chermesids and by the grubbing up of the larvae.

c) Ability to find hosts even at a low population level.

d) Ability to spread, which enables the species to invade new areas which may have become suitable through changes caused by human activity (chapter 1).

The last point is connected with the agility of the adults as well as the very slight host specificity of the predator which enables it to live on various kinds of Chermesids. The advantage of this limited specificity for the species itself may be deduced from a comparison of the distribution area of the very specific ladybird *Pullus impeus* MULS. preying on *A. piceae* and *A. nüsslini* and the area inhabited by *L. erichsonii*. The latter was able to migrate into the northern parts of Central Europe after the transformation of the natural hardwood stands into coniferous forest (chapter 1). *P. impeus*, however, being attached to fir-trees only, does not occur in the isolated new fir plantations which have existed for about a century in northern Germany, Denmark, and Sweden, and which are all more or less infested by *A. piceae*. This suggests that this specialized species could not spread the great intervals between the fir stands in Central Germany and

those in northern Europe mentioned above. — The combined activity of predators of such different ecological requirements may be of considerable importance in the attempt to achieve the biological control of *A. piceae* in Canada.

Collection and Shipment

2,800 living beetles were collected in 1951, and 3,990 in 1952, from April to June, in southern Germany and shipped to Canada. They were picked by hand from the bark, taking advantage of their habit of dropping if disturbed. A glass tube perforating a cork and leading into a glass vial containing some blotting paper was held beneath the beetle. At warm temperatures this stimulus was usually sufficient to

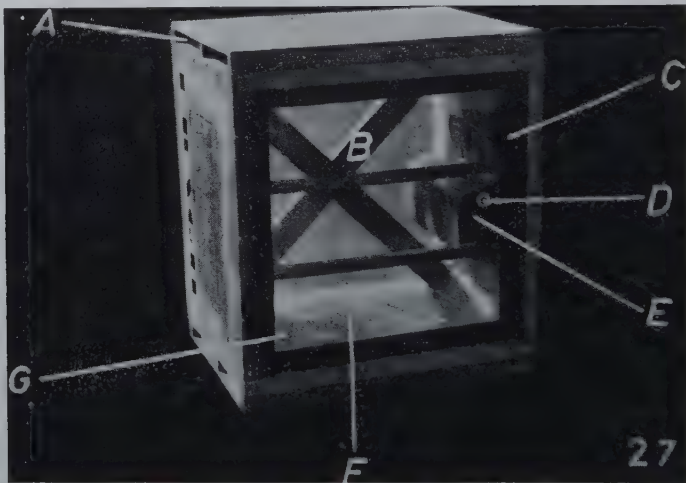


FIG. 27. — Box for shipments of *L. erichsonii*.

A = space for ventilation; B = rear crossed props; C = adhesive tape connecting the cover cellophan and the frame; D = hole to water the sponge; E = artificial sponge wrapped into blotting paper; F = ventilation opening, closed by cloth and wire-gauze; G = opening in cellophan to fill in beetles.

cause dropping. At cooler temperatures the beetles had to be touched slightly with a forceps. The thorough search of the bark while standing on a high ladder needed intelligent and hardy co-operators who were mostly university students. The average yield per day per worker was 66, ranging from 5 to 142, in 1951, and 77, ranging from 12 to 198, in 1952. This great variability was caused by weather conditions and the fact that, some time was wasted on areas infested during preceding years but from which the Chermesids had disappeared almost completely.

Beetles which could not be shipped at once were kept either in cages together with food on bark at a temperature of about 10 °C, or under a strip of cheese cloth wound round a stem well populated by Chermesids and very tightly closed on both ends. In both types of cages almost no mortality occurred.

The beetles were mostly shipped in small lots of about 500, in order to get the fullest advantage of the egg laying period, which was expected to continue after arrival overseas. For transportation a special box was devised in co-operation with V. DELUCCHI (fig. 27). It was 27 cm. long, 24 cm. broad, 19 cm. deep, and made of wood (comp. DELUCCHI, 1954). The following special features are indicated on the figure : The ventilation opening (F) closed by double wire gauze and cheese cloth, was protected from outside damage by a second layer of plywood which gave space enough for ventilation (A). The upper side was closed tightly by a sheet of cellophane which made it possible for customs authorities to examine the contents without opening the box. The small openings to insert the beetles (G) and (D) to water the artificial sponge (E) were sealed before shipment by Scotch tape. The underside of the cage consisted of cheese cloth supported by two crossed props (B). Beneath this a layer of sterilized, wet sphagnum was filled in. On top and bottom the box was finally closed by lids of plywood screwed on the frame. Fig. 9 shows the slow decline of atmospheric humidity in this cage and the longevity of even starving beetles under these conditions. In most shipments the beetles were fed on droplets of artificial food placed on cardboard (comp. p. 126). Warning labels and special care by the staff of the BOAC ensured fast transportation. The usual time from Munich to Belleville, Ontario (Entomology Laboratory) was two to three days. The condition of the beetles on arrival was excellent.

SUMMARY

1. *Laricobius erichsonii* ROSENH. occurs in Central Europe from the Italian Alps to Denmark and from Normandy to the Carpathian Mountains. The species is a predator on Chermesids which invaded the northern European plain after the replacement of the natural hardwood stands by coniferous forests.

2. There is a reasonable correlation between the area of precipitation exceeding 600 mm. per annum and the area of distribution of the beetle. Other climatic factors are discussed and the main study area described.

3. The life-history and ecology are treated in some detail. The activity of adults in spring is governed by temperature. The beetles can support starvation for over a week and consume, on an average, approximately 33 eggs of *A. piceae* per day. The maximum amount of eggs laid per female was 41 in the rearings. There is one generation per annum only, and the young beetles appear for some weeks in July and August, after emergence from the pupa. Hibernation of the adults takes place in the forest floor.

4. The eggs are deposited singly on the bark and develop, in the forest, in about 12 to 16 days in May.

5. The general behaviour of the larva is described in some detail with regard to movements, dropping, skin cover, and moulting. The food consumption of the larval stage ranges from 7.2 eggs of *A. piceae* for L I to 37.5 eggs for L IV, per day. The developmental period of the various instars, and the increase of total food consumption per instar is compared with the growth of head capsule and body length. Counts in various regions suggest that there is a regular decline in the population density of the predator after some years in infestations of *A. piceae*, caused by increasing mortality (parasitism and disease) and the reduction of the host insect.

6. Pupation takes place in the forest floor. The depth and position depends on moisture conditions. The duration of the instar is about 13 days. Mortality caused by biotic factors is assessed to be low.

7. The host specificity of *L. erichsonii* is considered to be slight, but observations in mixed infestations indicate that preference is given to *A. piceae*. The ability to find Chermesids as food insects is well marked in the adults. Larvae searching on the stems do not appear to be capable of perceiving food at distances beyond a few millimeters.

8. The economic importance of the species is discussed based partly on a rough approximation of the number necessary to keep a certain square unit of infested bark free of Chermesids throughout the year. This species alone is not considered to be capable of suppressing a heavy outbreak of woolly aphids. The moderate host specificity made it possible for the beetle to invade new areas and reach rather isolated fir stands where other, more specialized predators on *A. piceae*, could not follow.

9. The collecting and shipment to Canada of 7,790 living beetles from Germany, 1951 and 1952, is described.

ZUSAMMENFASSUNG

1. *Laricobius erichsonii* ROSENH. kommt in Mitteleuropa vor, zwischen den italienischen Alpen und Dänemark, der Normandie und den Karpathen. Die Art lebt räuberisch von Chermesiden und wanderte in die Nordeuropäische Tiefebene ein, nachdem dort die natürlichen Laubwälder durch Nadelhölzer weitgehend ersetzt worden waren.

2. Zwischen dem Gebiet mit Niederschlägen von über 600 mm im Jahr und dem Verbreitungsgebiet des Käfers, das nach neuesten Unterlagen zusammengestellt wird, besteht gute Übereinstimmung. Andere Klimafaktoren werden ebenfalls diskutiert und die Beobachtungsgebiete beschrieben.

3. Eingehend wird die Biologie und Ökologie des Käfers behandelt. Die Aktivität der Imagines im Frühling hängt von der Temperatur ab. Der Käfer kann über eine Woche hungern, verbraucht jedoch normalerweise etwa 33 Eier von *Adelges piceae* (RATZ.) am Tag. Die in Gefangenschaft erzeugte höchste Eimenge eines Weibchens war 41. Die Art hat nur eine Generation im Jahr und die Jungkäfer erscheinen nach dem Schlüpfen aus den Puppen für einige Wochen im Juli und August am Stamm. Danach gehen sie in die Bodenstreu und überwintern dort.

4. Die Eier werden einzeln an der Rinde abgelegt und entwickeln sich im Mai in etwa 12-16 Tagen (Freiland).

5. Das Verhalten der Larven wird beschrieben und besonders auf die Fortbewegung, das Sich-Fallenlassen, die Tarnung und die Häutung eingegangen. Der tägliche Nahrungsverbrauch liegt zwischen 7,2 Eiern (bei L 1) und 37,5 Eiern (bei L 4) von *Adelges piceae*. Die Entwicklungsdauer der verschiedenen Larvenstadien und die Zunahme des Nahrungsverbrauches wird mit dem Wachstum von Kopfkapsel und Körperlänge verglichen. Zählungen in verschiedenen Gegenden

ergaben, dass die Populationsdichte des Räubers nach einigen Gradationsjahren des Beutetieres (*A. piceae*) regelmässig abnimmt, weil die Sterblichkeit (durch Parasitierung und Krankheiten) zunimmt und die Nahrung zurückgeht.

6. Die Verpuppung findet im Waldboden statt. Das Puppenstadium dauert etwa 13 Tage. Die durch biotische Faktoren verursachte Sterblichkeit in dieser Zeit scheint gering zu sein.

7. Obwohl die Wirtsspezifität von *L. erichsonii* nicht allzu gross ist, wurde doch beobachtet, dass er in Befallsgebieten von mehreren Chermesidenarten Stämme mit *A. piceae* bevorzugt. Die Fähigkeit zum Auffinden von Wolläusen ist bei den Imagines wohl ausgebildet. Larven am Stamm scheinen dagegen ihre Beute nur auf wenige Millimeter Entfernung wahrzunehmen.

8. Die wirtschaftliche Bedeutung der Art wird diskutiert, ausgehend von einer Schätzung der Anzahl von Käfern, die zur Abweidung einer bestimmten Anzahl von Tannenläusen während eines Jahres notwendig ist. Es zeigt sich, dass diese Art allein nicht in der Lage ist, eine starke Massenvermehrung von *A. piceae* zu beenden. Die beschränkte Gebundenheit an eine Wirtsart erlaubte es dem Käfer, in neue Gebiete einzuwandern und isolierte Tannenbestände zu erreichen, wohin andere, spezialisierte Räuber der Tannenlaus nicht folgen konnten.

9. Das Sammeln und der Versand von 7.790 lebenden Käfern von Deutschland nach Kanada in den Jahren 1951 und 1952 wird beschrieben.

REFERENCES

- ALTUM, B. — 1885. Über die Woll- und Schildläuse. — *Zeitschr. Forst-u. Jagdw.*, **17**, 327-337.
- BALCH, R. E. — 1952. Studies on the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) and its effects on balsam fir, *Abies balsamea* (L.) MILL. — *Canada Dept. Agricult. Publ.* 867.
- BROWN, W. J. — 1944. Some new and poorly known species of Coleoptera. II. — *Canad. Entom.*, **76**, 4-10.
- BROWN, N. R. & R. C. CLARK. — 1956. Studies of predators of the balsam woolly aphid *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae) I. Field identification of *Neoleucopis obscura* (HAL.), *Leucopina americana* (MALL.) and *Cremifania nigrocellulata* cz. (Diptera, Chamaemyiidae). — *Canad. Entom.*, **88**, 272-279.
- CHOLODKOVSKY, N. — 1907. Die Coniferen-Läuse Chermes. Feinde der Nadelhölzer. — R. Friedländer & Sohn, Berlin.
- CROWSON, R. A. — 1951. The classification of the families of British Coleoptera. V. — *The Entom. Monthly Mag.*, **87**, 147-156.
- DELUCCHI, V. — 1954. *Pullus imperus* (MULS.) (Coleoptera, Coccinellidae) a predator of *Adelges piceae* (RATZ.) (Hemiptera, Adelgidae), with notes on its parasites. — *Bull. ent. Res.*, **45**, 243-278.
- EMEIS, W. — 1950. Einführung in das Pflanzen- und Tierleben Schleswig-Holsteins. — Möller & Söhne, Rendsburg.
- FAVRE, E. — 1890. Faune des coléoptères du Valais et des régions limitrophes. — Zürich.
- FRANCK, P. & K. SOKOLOWSKI. — 1930. Käfer des Niederelbegebietes und Schleswig-Holsteins. IV. — In *Verh. Ver. naturw. Heimatforsch.*, Hamburg, **22**, 79-125.
- FRANZ, J. — 1952. An epizootic of *Laricobius erichsonii* ROSENH. (Coleoptera: Derodontidae) in Europe. — Unpublished report.
- FRANZ, J. — 1953. *Laricobius erichsonii* ROSENHAUER (Col., Derodontidae), ein Räuber an Chermesiden. — *Zeitschr. Pflanzenkrankh.u.Pflanzensch.*, **60**, 1-14.
- FRANZ, J. — 1952. Zum Vorkommen und Massenwechsel der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae* (RATZ.) in Nordamerika und Europa. — *Verh. Deutsch. Ges. ang. Entom.*, 117-124.
- FRANZ, J. — 1956. Natürliche Feinde und Nährpflanze als biozönotische Begrenzungsfaktoren bei Gradationen der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae* (RATZ.). — *Mitt. Biol. Bundesanstalt*, H. 85, 27-30.
- HORTON, A. — 1951. Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas. 1. Abt. — Kernen-Verlag Stuttgart.

- HORION, A. — 1953. Faunistik der deutschen Käfer, Vol. 3. — *Entom. Arb. aus Museum Frey.*, München.
- KARAFIAT, H. & J. FRANZ. — 1956. Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (RATZ.) (Hemipt., Adelgidae). — *Zool. Jb. (Systematik)*, **84**, 467-504.
- KOLTZE, W. — 1901. Verzeichnis der in der Umgebung von Hamburg gefundenen Käfer. — In: *Verh. Ver. naturw. Unterhaltg.*, **11**.
- LOHSE, G. A. — 1947. Bombus No. 43 : 188. Art 341.
- MANIG, M. — 1950. Monatsmittel der Lufttemperatur in Deutschland... I. — In: *Mitt.d.D.Wetterdienstes i.U.S. Zone*.
- PSCHORN-WALCHER, H. & H. ZWÖLFER. — 1956. The predator complex of the white-fir woolly aphids (Genus *Dreyfusia*, Adelgidae). — *Zeitschr. ang. Entom.*, **39**, 63-75.
- REICHEL, E. — 1929. Der Trockenheitsindex, insbesondere für Deutschland. — *Veröff. Preuss. Meteor. Inst.*, No. 362, 84-105.
- Reichsamt für Wetterdienst. — 1939. Klimakunde des Deutschen Reiches. II. — D. Reimer, Berlin.
- REITER, E. — 1894. Bestimmungstabelle der Coleopteren-Familie der Cleriden des palaarktischen Faunengebietes. — *Verh. naturf. Ver. Brunn.*
- ROSENHAUER, W. G. — 1847. Beiträge zur Insekten-Fauna Europas. — Erlangen.
- RUBNER, K. — 1949. Die Waldgebiete des rechtsrheinischen Bayerns. — *Allg. Forstzeitschr.*, **4**, 435-438, 449-451.
- SAINTE-CLAIRE DEVILLE, J. — 1914. Catalogue critique des Coléoptères de la Corse.
- SAINTE-CLAIRE DEVILLE, J. — 1932. Le Sapin et les reliques subalpines en Normandie. — *Soc. entom. France, Livre du Centenaire*, 107-126.
- SCHMIDT, G. D. — 1951. Die Weisstanne in Ostfriesland. — *Forstw. Centralbl.*, **70**, 641-665.
- SCHREMMER, F. — 1956. Über ein Vorkommen der Tannenstammlaus *Dreyfusia (Adelges) piceae* RATZ. im Wienerwald und ihren Vertilgerkreis. — *Pflanzenschutz-Berichte*, **16**, 49-69.
- THOMPSON, W. R. — 1951. The specificity of host relations in predacious insects. — *Canad. Entom.*, **83**, 262-269.
- WEST, A. — 1940-1941. Fortegnelse over Danmarks Biller. — *Entom. Meddelelser*, **21**.
- WEST, A. — 1947. Tillaeg til « Fortegnelse over Danmarks Biller ». I. — *Entom. Meddelelser*, **25**, 3-141.
- WESTHOFF, F. — 1881. Die Käfer Westfalens. — *Suppl. Verh. naturw. Ver. Rhein. Westfalen*, **38**, Bonn.

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt).

STUDIES ON *LARICOBIOUS ERICHSONII* ROSENH.
(COLEOPTERA : DERODONTIDAE)
A PREDATOR ON CHERMESIDS

PART II

EXTERNAL ANATOMY

by

JOST M. FRANZ

Introduction

The purpose of this part of the study is to give an illustrated description of the external anatomy of *Laricobius erichsonii* ROSENH. This is necessary mainly for the identification of the species and to permit its separation in all stages from related forms, a problem which has become important since the recent introduction of the beetle to Canada as a biological control agent against the balsam woolly aphid (*Adelges piceae* [RATZ.]). In the following chapters only anatomy is discussed and, for this reason, no attention has been given to homologies, or taxonomic and phylogenetic problems. This purely descriptive treatment may lead, perhaps, later to more generalized studies which may deserve the name morphology in the sense of SNODGRASS (1935). The subject of the paper, *L. erichsonii*, warrants such comparative morphological studies because it appears to be one of the most archaic species of living Polyphagan beetles (CROWSON, 1951) and may help to throw some light on the proper systematic position of the *Derodontidae* and related families.

In naming the parts of the chitinous skeleton the terminology used by SNODGRASS (l. c.) has been adopted as far as possible. The drawings were made by the author with the aid of a camera lucida attached to the microscope or binocular. Broken or dotted lines indicate parts seen by transparency. All elements of the body shown in the figures were drawn from permanent preparations, mostly in a

mixture of phenol-lactic acid and gum arabic. For the sake of brevity, long descriptions are, as far as possible, replaced by figures.

The author is greatly indebted to Professor L. P. MESNIL, in charge of the European Laboratory, for his assistance and unfailing encouragement. Thanks are also due to Dr. W. R. THOMPSON and Dr. A. WILKES of Ottawa and to Mr. R. A. CROWSON of Glasgow for helpful criticism of the manuscript.

The Adult

GENERAL FORM, VESTITURE, COLOUR, AND SIZE.

L. erichsonii is slender, cylindrical, with the head partly concealed from above by the pronotum (fig. 1, 2). The pronotum is wider than long, the lateral margins are rounded, slightly arched up, and sinuate before the posterior edges. The elytra are considerably wider than the pronotum reaching their maximum width at half their length and tapering slightly from there on posteriorly. They are moderately broadly rounded behind.

The average length of the body is 2.32 mm., usually ranging from 2.20 to 2.45 mm. Extremely dwarfed forms were found, only 1.90 mm. in length, in several localities. Since body length measurements are affected by the position of the head, the width of the pronotum was also examined. The mean width of the pronotum was 0.83 mm., ranging from 0.80 to 0.85 mm.; dwarfed specimens measured 0.65 mm.

The adult beetle is predominantly black. Only a few parts such as the central elytra, the antennae, the distal parts of the legs, and the mouth parts, are reddish brown. These vary in colour from dark brown to black; the black ones are the rare variety *niger* PIC. Young beetles are yellowish brown. The darkening of the black parts begins on the head and prothorax, gradually extending to the posterior parts of the elytra.

Most external parts of the adult are covered with fine, rather long, greyish hairs (white on the scutellum). A striking characteristic is the large number of round cavities or pits on the head, the pronotum, and the elytra.

No secondary sexual characters were found, except on the last abdominal segments.

THE HEAD.

1. Head Capsule (fig. 3, 4, 5).

Most of the sutures of the head are lost. A slightly raised line, which originates at the anterior margin of the antenna and is directed towards a slight frontal cavity may be considered a remainder of the epistomal suture. The demarcation between the vertex and the coarsely sculptured occipital region, which is usually covered by the

PLATE I

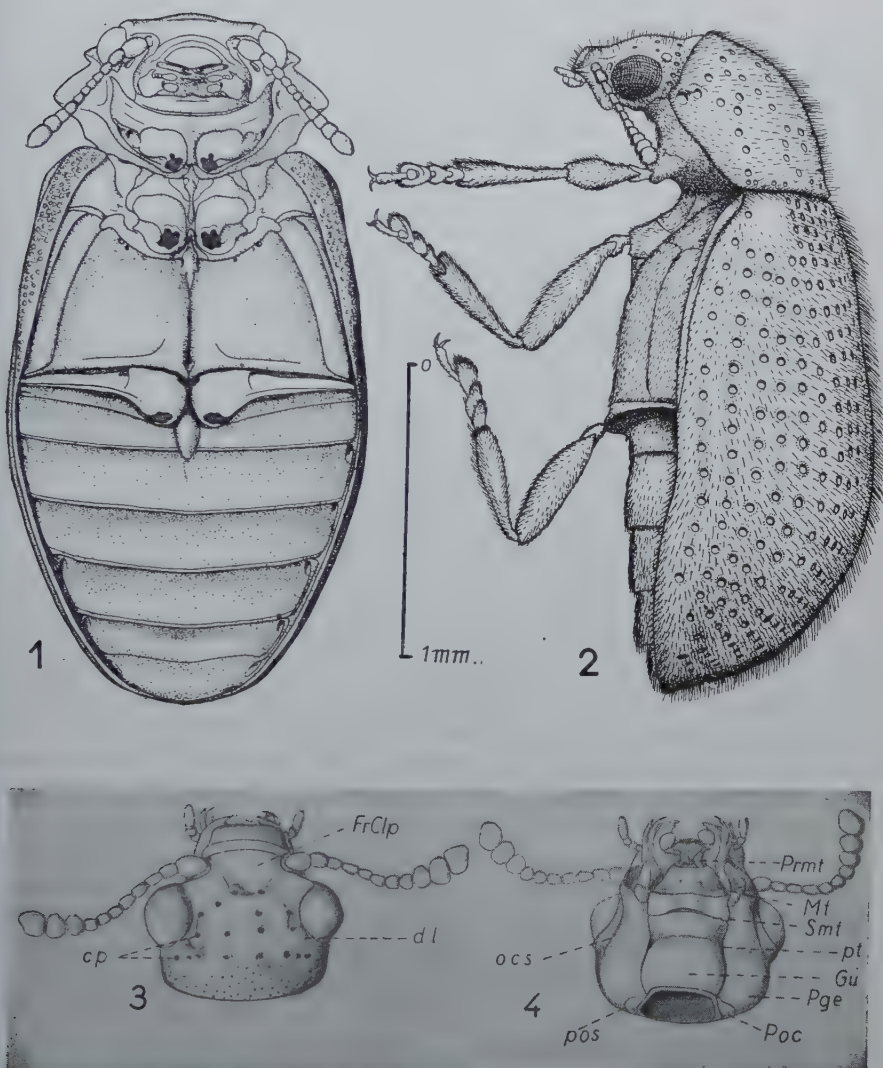
FIG. 1 : *L. erichsonii* adult, ventral view. Hairs omitted, legs removed.FIG. 2 : *Laricobius erichsonii* adult, lateral view.

FIG. 3 : Head capsule of the adult, dorsal view (FrClp, frontoclypeal area; dl, dorsal lobe; cp, cranial pits). Setae omitted.

FIG. 4 : Head capsule of the adult, ventral view (Gu, gula; Mt, mentum; ocs, occipital suture; Pge, postgena; Poc, postocciput; pos, postoccipital suture; Prmt, prementum; pt, posterior tentorial pit; Smt, submentum). Setae omitted.

pronotum is no true suture, but located approximately where the occipital suture might be expected. A probable remnant of the latter is visible ventrally (fig. 4). The position of the head is between pro- and orthognathous; the connection between head and thorax is strengthened by two strong, sclerotized plates, the laterocervicalia. These protrude from the occipital foramen after cutting the head from the prothorax. All parts of the foramen magnum are connected with the prothorax by a thin, infolded membrane which allows movement of the head in all directions.

The dorsal surface of the head is characterized by several round cavities scattered from the vertex to the frontal area (fig. 3). These pits vary considerably in position and number. A basic arrangement, however, seems to exist consisting of 8, 4, 4, 2, 2 pits in the 1st, 2nd,... transverse line respectively, counted from posterior to anterior. Of this complete set single pits are lacking with great variation from specimen to specimen. The distal pits near the compound eyes are situated in a shallow groove extending parallel to the inner margin of the eye. On the posterior end of this groove two brownish tubercles are visible called « ocelli » by several authors. Examination of serial sections showed that no sense organ is situated beneath the tubercle which are chitinous lobes only. They may be called dorsal lobes. Between the antennal base and the eye a rather deep antennal groove occurs. Most parts of the cuticle are sculptured, scaleshaped or, on the gular plate, polygonally.

The *labrum* (fig. 6) is slightly arched and covers the mouth dorsally. A thin membrane, visible only when the labrum is extended, connects it with the fronto-clypeal area of the head. Externally, the labrum is set with numerous setae and sensitive pores. In the lateral angles between labrum and head capsule there is present a pair of sclerites, the tormae. They give attachment to the posterior labral muscles. The inner surface of the labrum is continuous with the membranous inner surface of the clypeo-frontal region of the head forming the *epipharynx* (fig. 7). It is set with small, posteriorly directed cilia, a few spines, and two groups of pores arranged asymmetrically. Laterally, two small sclerites occur, the epipharyngeal processes of the tormae.

The *hypopharynx* is present as a membranous lobe on the ventral side of the mouth. Its surface is densely covered with small cilia. Each side of the hypopharynx is flanked by an apophysis extending proximally between two large pits of the mentum (fig. 12). They are connected with the tentorial arms.

The broad attachment of the posterior tentorial arms to the base of the cranium is marked externally by a deep and long suture the anterior part of which represents the posterior tentorial pits (fig. 4). The *gula* lies in the space between and posterior to these pits. It is smooth and slightly arched ventrad. There is no clear gulo-submental

suture; the beginning of the gula is marked externally only by a slight angle of the lateral margin of the gulo-submental plate.

2. Head Appendages (fig. 8-12).

The *antenna* (fig. 8) is composed of eleven segments of which the three distal form a compound club. The scape is dumb-bell shaped, the proximal part articulating in the antennal socket; it bears only a few bristles. All other segments are densely covered with rather long and straight bristles occurring on both sides of the antennae. Segments two to six decrease in size whereas the following five segments increase gradually again; only segment eight is slightly shorter than segment seven, but its width increases regularly. The last two segments bear two kinds of setae: i) the usual single ones reaching a maximum length of 0.05 mm. and concentrated on the distal part of each joint; ii) shorter and slightly curved ones occur in groups of four around probable sensory cells. The distal joint bears seven to ten of these sensillae on the dorsal and ventral side, the penultimate joint two to five. The cuticle of the segments is plate-shaped sculptured.

The *mandibles* (fig. 9) are slightly arched ventrad. They are triangular in cross section; the lateral (distal) margin is stout, decreasing gradually inward. The apical and more dorsally situated subapical incisor lobes are well developed and separated by a deep emargination. The molar tooth is not strongly sclerotized; its surface is slightly knotty and the dorso-basal part bears an area of minute cilia. The curvature of the falciform mandible is bridged ventrally by a thin, heavily ciliated membrane. The broad ridge of the mandible is covered with rather long setae. No differences were found between right and left mandibles. The general shape of the mandibles indicates that semi-fluid food is taken. The rather sharp incisor lobes are adapted to tearing the food in pieces and kneading, but not for grinding it. The *maxillae* (fig. 10, 11) are exposed on each side of the labium. Each is held in such a position that the cardo is parallel with the longitudinal axis of the head; the stipes are slightly curved inward while the galea and lacinia including the palpi turn outward. The cardo is lodged in the articular surface of the hypostoma on either side of the labium. The longitudinal axis of cardo and stipes enclose an angle of about 130 degrees. The external side of the stipes and palpifer is densely covered with long setae. Contrasting with this the ventro-medial surface of the stipes bears no hairs, but longitudinal striations and four to six sensory pores thereby indicating the function of this plate. It squeezes and pushes the morsel in an inward direction together with the labium. The arrangement of the setae is shown in the figures.

The lacinia and the galea are typically developed and clearly separated. The lacinia bears a double row of stiff setae on its inner margin. The top of the lacinia is pointed (digitus). The galea is more feeble, covered with numerous small setae ventrally and topped

by a few long and strong bristles. Both lobi are able to work together like rake (lacinia) and broom (galea).

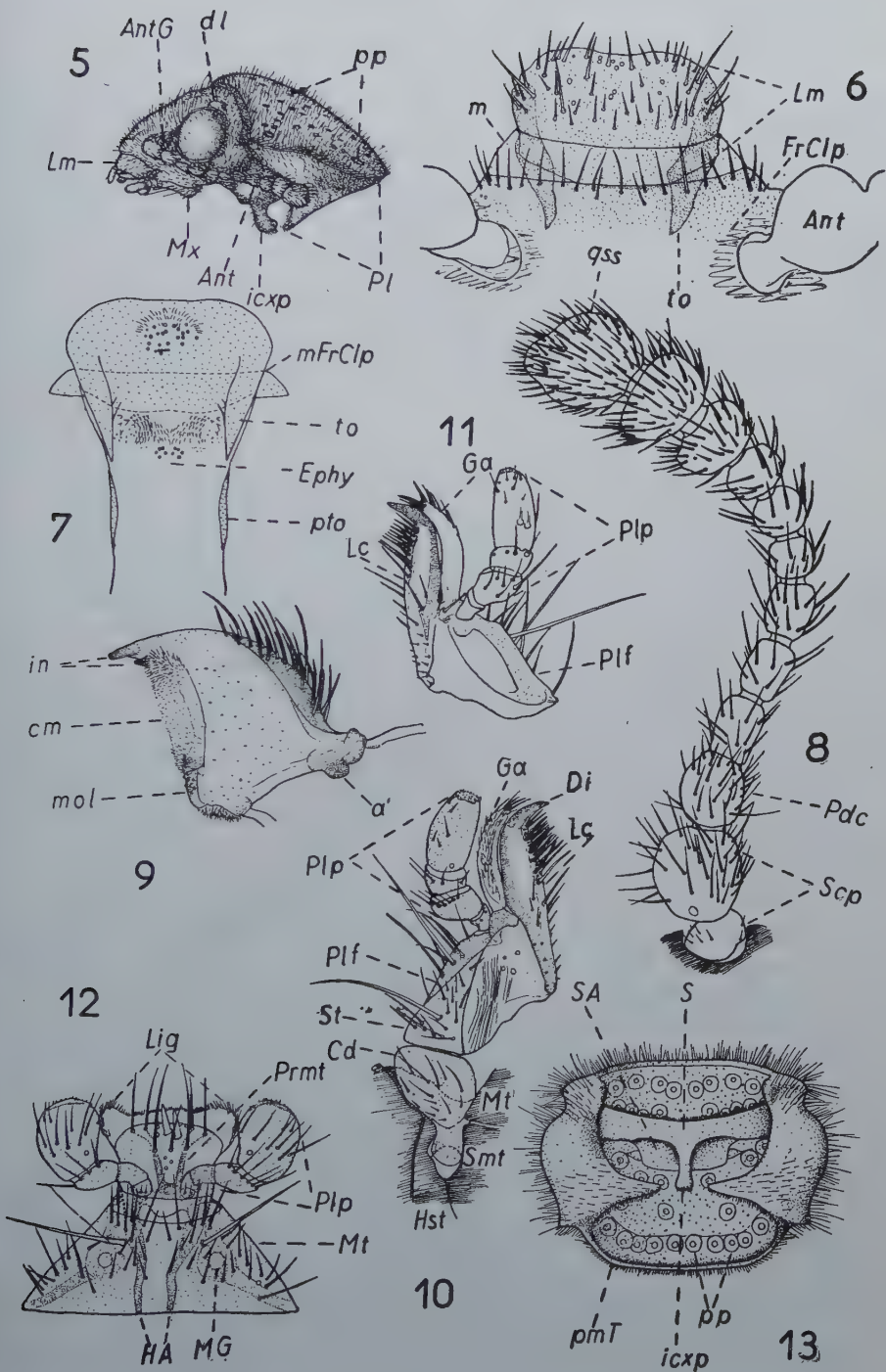
The palpus maxillaris is articulated on the palpifer, a lobe on the dorso-lateral side of the stipes. It consists of four joints the second and fourth of which are the largest. The terminal joint is as long as the first three joints and bears a few sensory pores besides the setae. The top is flattened and covered with minute sensillae. The arrangements of the setae and further details are shown in the figures 10 and 11.

The *labium* (fig. 12) is composed of the moveable prelabium (prementum, palpi, ligula), the mentum, and the submentum.

The prelabium shows very few remainders of its paired origin. The prementum is solidly sclerotized and the heart-shaped, continous ligula does not bear any lobes. Only the arrangement of the 6-8 long ventrally situated setae and two stout spines is paired and may be considered as marks of the glossae. The arrangement of the pores is not symmetrical. The membranous, ciliate seam of the ligula is continous with the hypopharynx. All retractor muscles are inserted

Legend of the plate II

- FIG. 5 : Head and pronotum of adult, lateral view (Ant, antenna; AntG, antennal groove; dl, dorsal lobe; icxp, intercoxal process; Lm, labrum; Mx, maxilla; Pl, pleuron; pp, protergal pits).
- FIG. 6 : Labrum of the adult, dorsal view (Ant, antenna; FrClp, frontoclypeal region; Lm, labrum; m, membrane connecting labrum with frontoclypeal region; to, torma).
- FIG. 7 : Epipharynx of the adult, ventral view (Ephy, epipharynx; mFrClp, anterior margin of the frontoclypeal region; pto, epipharyngeal process of the torma; to, torma).
- FIG. 8 : Left hand antenna of the adult, dorsal view (Pdc, pedicel; qss, quaternal sensitive setae; Scp, scape).
- FIG. 9 : Left mandible of the adult, ventral view (a', posterior articulation of mandible; cm, ciliate membrane; in, incisor lobes; mol, molar).
- FIG. 10 : Right maxilla of the adult, ventral view (Cd, cardo; Di, digitus; Ga, galea; Hst, hypostoma; Lc, lacinia; Mt, mentum; Plf, palpifer; Plp, palpus; St, stipes).
The four bristles of the ventral row on the lacinia are drawn black.
- FIG. 11 : Right maxilla of the adult, dorsal view (Ga, galea; Lc, lacinia; dorsal row of bristles on lacinia drawn black; Plf, palpifer; Plp, palpus).
- FIG. 12 : Labium of the adult, ventral view (HA, apophyses of the hypopharynx; Lig, ligula; MG, mental groove; Mt, mentum; Plp, palpus; Prmt, prementum).
- FIG. 13 : Prothorax of the adult, ventral view (icxp, intercoxal process; pmT, posterior margin of tergum; pp, protergal pits, seen from inside; S, sternal area; SA, sternal apophyses).



on the prelabium which is connected with the mentum by a membrane.

The mentum is trapeziform enclosing with its smaller, distal margin the basis of the prementum and bordering with its broader, proximal basis the submentum. It is inclined dorsally (inwardly) by an angle of about 30°. The ventral surface bears numerous setae two of which reach the considerable length of 0.10 mm. Two deep grooves occur laterally. — The submentum (fig. 4) is a nearly rectangular plate which is divided in two parts by a deep transversal groove. It adjoins the genae laterally. Posteriorly it is continuous with the gula. The posterior part of the submentum and the gula are the only external part of the head which are not hairy. The sclerites are, however, sculptured by a polygonal pattern visible by transmitted light.

THE THORAX.

The three segments of the thorax, pro-, meso-, and metathorax (fig. 13 to 20) are clearly defined. Each of these segments is composed of three primitive elements, the tergum, the sternum, and the pleuron. The thoracic segments and their elements vary considerably in shape and size. The protergum, or pronotum, and the metatergum, both about equal in size, are more than twice as long as the mesotergum. The prosternum is about half as long as the metasternum and nearly one third as long as the pronotum, giving the pleural area of the prothorax the shape of a triangle. The mesosternum is present as a plate nearly equal in size to the mesotergum. The metathorax represents the biggest segment in which all three primitive elements are well developed and defined, the metatergum being about one third shorter than the metasternum.

Prothorax (fig. 13, 14, 15).

In the prothorax the tergal and pleural elements are fused forming a chitinous semi-tube. The sternal area is separated as a distinct sclerite having the form of a ventral clasp with a median process, the intercoxal process. The *protergum* is one solid plate by which the occipital region of the head is concealed. Seen from above the anterior margin is slightly, the posterior one broadly rounded. All four corners are well pronounced. The lateral edges are broadly sinus-shaped and arched slightly upwards. All margins are fringed by rather long setae whereas the plate itself is covered by shorter hairs. The most distinct characteristic of the protergum is a group of round cavities or pits, bigger than those of the head, the biggest situated in the anterior corners. The distribution of these pits is asymmetric and its only definite feature is that one row is parallel to the posterior margin and no cavities occur on the arched lateral area of the protergum. The pits are surrounded by a circular line which is most easily visible from

inside (fig. 13, 15). This pattern corresponds to the double circles of the elytra.

The *propleuron*, which forms part of the curved anterior margin, is a triangular convex shield the basal tip of which reaches almost to the middle of the prosternum. This pointed process forms the posterior margin of the coxal cavities whereas the anterior margin is the *prosternum*. This band-shaped narrow sclerite connects the antero-ventral margins of the propleura forming the ventral part of the anterior foramen. The margin of the posterior foramen is disconnected between the ventral processes of the propleura and the well-defined intercoxal process separating both the fore-coxae which do not touch each other. The intercoxal process is not received into the mesosternum. Two smooth, inward curved apophyses connect the coxae and the corresponding muscles. Small sclerites (trochantin, fig. 15) help to give attachment to the coxae.

Mesothorax (fig. 16).

This segment is the shortest of the three thoracic segments. It is very closely connected with the metathorax forming one functional unity for support of the wings and legs. Seen from the dorsal side, the scutellum is visible only when the elytra are closed. The *mesotergum* is composed of the prescutum, the scutum, and the scutellum. The prescutum is triangular and borders the anterior margin of the tergum. The scutum is externally a continuous convex plate divided by the prescutal sutures touching each other in the middle. The extreme anterior corners of the scutum are produced into two prominent hooks (clavicola). They are parts of the structure connecting the scutum and the pleural area. Together with the axillaries of the elytra they form the articulation of the fore-wings as roughly indicated in the figure. The external surface is sculptured by polygonal pattern and laterally covered with minute spicules. The scutellum is an almost trapeziform, button-like sclerite with a broadly curved posterior margin. It is heavily sclerotized and covered with whitish hairs. Basically it is fused with the scutum. In repose the corresponding notches of the elytra are pressed beneath the projecting posterior part of the scutellum.

The *mesopleuron* is distinctly demarcated from the tergum and sternum. It is composed of the mesepimeron and the mesepisternum which are separated by sutures. Both are about equal in size (although this is not clearly visible in fig. 16 owing to some foreshortening). The episternum is the more compact part, particularly in its anterior half which forms the articulation with elytron and tergum as mentioned above. The epimeron is a more flattened sclerite, sinuate on the postero-lateral margin.

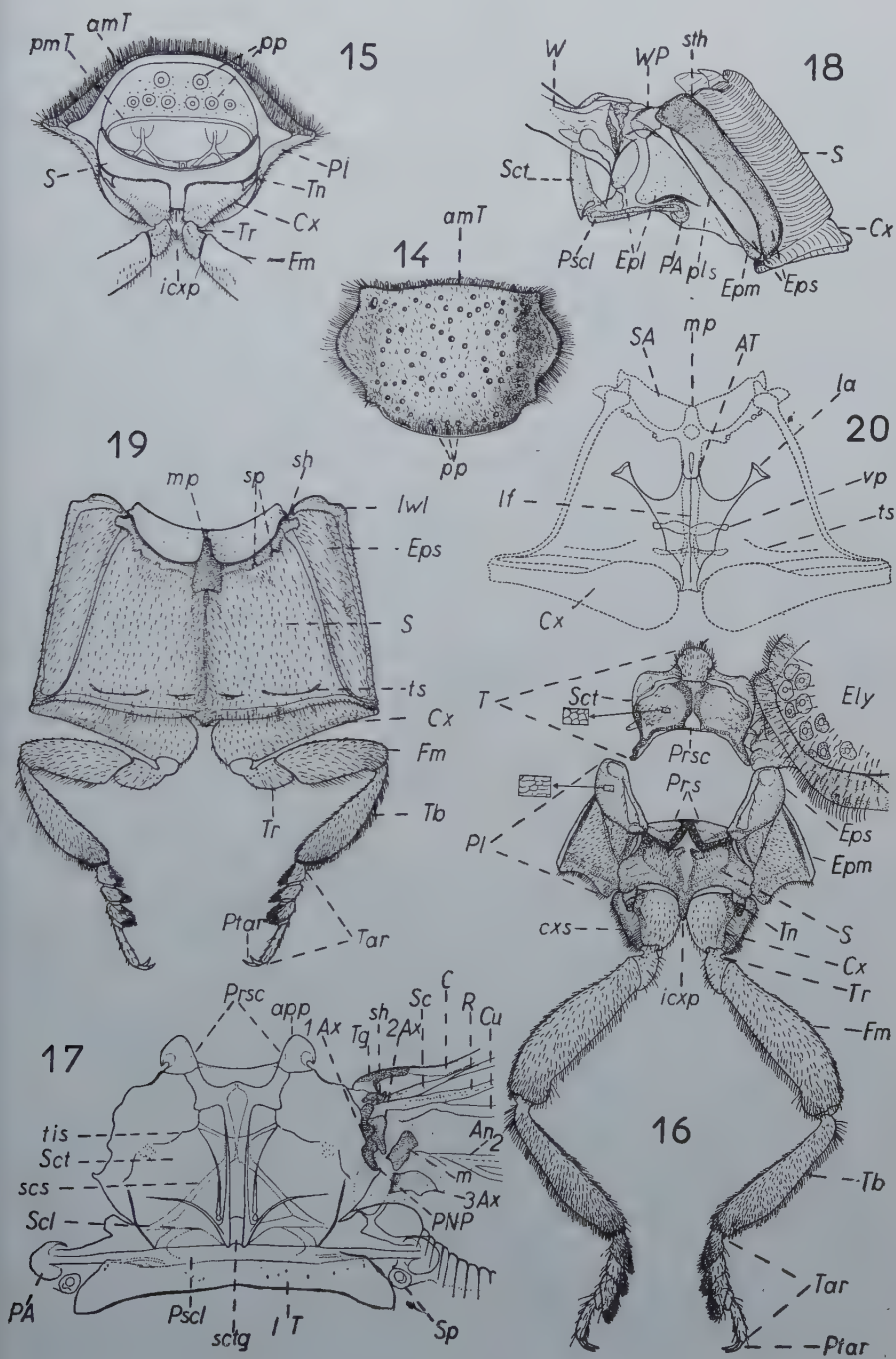
The *mesosternum* consists anteriorly of the presternum, a narrow plate fused with the sternum proper. The latter is defined by heavily sclerotized sutures which are produced medio-posteriorly into the intercoxal process, separating the mesocoxae. The external surface of the sternum is smooth bearing on certain areas minute hairs as shown on fig. 16. The cone-shaped trochantins are attached to the latero-posterior corners of the sternum and ensure a solid articulation of the coxae. Further details of the mesothorax are shown on fig. 16.

Metathorax (fig. 17, 18, 19).

This segment is the largest of the body and consists of the metatergum, the metapleuron, and the metasternum. The hind-wings and the hind-legs are inserted here.

Legend of the plate III

- FIG. 14 : Protergum of the adult, dorsal view. Hair cover in nature more densely. (amT, anterior margin of tergum; pp, protergal pits).
- FIG. 15 : Prothorax of the adult, anterior view (amT, anterior margin of the tergum; Cx, coxa; Fm, femur; icxp, intercoxal process; Pl, pleural area; pmT, posterior margin of the tergum; pp, protergal pits; S, sternum; Th, trochantin; Tr, trochanter).
- FIG. 16 : Mesothorax and mesothoracic legs of the adult, view from anterior foramen. The parts are disconnected by stretching under the cover slip (Cx, coxa; cxs, coxal suture; Ely, elytron; Epm, epimeron; Eps, episternum; Fm, femur; icxp, intercoxal process; Pl, pleuron; Prs, presternum; Prsc, prescutum; Ptar, pretarsus; S, sternum; Sct, scutum and scutellum; T, tergum; Tar, tarsus; Tb, tibia; Tn, trochantin; Tr, trochanter).
- FIG. 17 : Metatergum and wing articulation, dorsal view (An2, anal vein; app, anterior prealar process; Ax, axillary, nb. 1, 2, and 3; C, costa; Cu, cubitus; m, median plate; PA, postalare; PNP, posterior notal wing process; Prsc, prescutum; Pscl, postscutellum; R, radius; Sc, subcosta; Scl, scutellum; setg, scutellar groove; scs, scutoscuteellar suture; sh, subcostal head; Sp, spiracle; T (I), first abdominal tergum; Tg, tegula; tis, transverse intrascutal suture; Sct, scutum).
- FIG. 18 : Metapleuron and wing articulation, postero-lateral view (Cx, coxa; Epl, epipleurites; Epm, epimeron; Eps, episternum; PA, postalare; pls, pleural suture; Pscl, postscutellum; S, sternum; Sct, scutum; sh, sternal hook; W, wing; WP, pleural wing process).
- FIG. 19 : Metasternum of the adult, ventral view, and metathoracic legs (Cx, coxa; Eps, episternum; Fm, femur; lwl, hook for lateral wing lock; Ptar, pretarsus; S, sternum; sh, sternal hook of metapleuron; sp, sternal pits; Tar, tarsus; Tb, tibia; Tr, trochanter; ts, transversal suture of sternum).
- FIG. 20 : Metasternum of the adult, inner view (AT, anterior tendons; Cx, coxa; mp, metasternal process; la, lateral arm of endosternite; lf, ventral longitudinal flange; SA, sternal apophyses; ts, transverse suture; vp, ventral process).



The *metatergum* (fig. 17) is separated into four transverse divisions, the prescutum, the scutum, the scutellum, and the postscutellum. The prescutum is a well developed transverse plate extending from pleuron to pleuron. From the antero-lateral corners of the prescutum originate two prominent hooks, the anterior prealar processes. There the processes of the metepisterna articulate. The connection with the scutum is formed by a transparent, ciliate membrane extending in a median direction and giving the elasticity necessary for the movements of the wings.

The largest plate of the metatergum is the scutum, extending posteriorly to the scuto-scutellar suture. Externally it is a continuous hemi-spherical tergite medially divided by the scutellar groove. The cuticle is densely clothed with microspines or pointed scales; only a small area between the ends of two secondary lateral sutures bears a few small setae. The scutum borders the hind-wings or alae laterally. The first axillary corresponds to the shape of the posterior notal wing process thereby forming a solid continuation of the plate towards the wing.

The scutellum is continuous with the posterior part of the scutum. It forms the scutellar groove and the triangular plate posterior to the scuto-scutellar suture. The margins of the groove give support to longish cavities of the elytra in closed position (fig. 30). The postscutellum is a simple, ventrally bent and narrow sclerite which enlarges laterally toward the postalare. It is connected with the first abdominal tergite by a membrane.

Metapleuron (fig. 18, 19). This part of the segment is composed of two main sclerites, the more ventrally located metepisternum and the more dorsal metepimeron.

The episternum is a narrow double plate bending from a ventral to a lateral direction thereby forming the ventro-lateral edge of the segment. Both parts are heavily sclerotized. The ventral part is connected with the sternum along its entire length extending anteriorly to the sternal hook. Dorso-anteriorly the episternum is produced into the lateral wing process which connects the metathorax and the anterior part of the wing articulation. Only half the part of the episternum is visible in ventral view (fig. 19) because the angle of the lateral part is less than 90 degrees.

The epimeron consists of two triangular sclerotized plates connected by a membrane, beginning along the pleural suture. The posterior part (postepimeron) borders the distal edge of the coxa; the anterior part extends to the pleural wing process fusing there with the metepisternum. It produces laterally the membrane which connects it with the wing and the scutum. On this membrane there occur two more heavily sclerotized plates, the epipleurites which serve to strengthen the insertion of the wing muscles. The epipleurites are densely covered

with minute spines and the posterior one (subalaris) has a well sclerotized posterior margin.

The *metasternum* (fig. 19) is an almost square plate, divided by a distinct, complete medial line. The anterior margin is medially produced into a cone-like process which extends for some distance between the mesocoxae. The antero-lateral corners are shaped to receive the sternal hooks of the metepisterna. The sternal apophyses are located between sternal hooks and medial process giving support to the mesocoxae. Posteriorly, the metasternum becomes rather broad so that it is broader than long. The sutures are heavily sclerotized, the anterior ridge being marked by two to three round pits on each side (sternal pits). The transversal suture is almost complete.

The endosternites of the pro-, and mesothorax are rather narrow membranes; only the endosternite of the metathorax is larger and characteristically shaped (fig. 20). It has been studied by Crowson (1944) who describes it as follows: « Furca about half as long as sternum, lightly sclerotized, with a short broad stalk, antero-lateral arms present and broadened at their ends, median projection well marked, bearing slightly separated anterior tendons; ventral process large, situated behind to the furcal arms, lateral corners projecting beyond the stalk on each side. » (p. 283). Fig. 20 shows the position of the endosternite, particularly the extension of the furcal arms towards the lateral margin of the metasternum.

The arrangement of the setae on the metathorax is shown in the figures.

THE ABDOMEN.

1) Segment I to VII.

Tergites (fig. 21). All the tergites are usually covered by the elytra. After removal of the latter, tergites I to VIII become visible in both sexes. Nine tergites are well developed, rather flexible and light brown in colour. They are set with pointed scales externally, particularly on the posterior half. The median scales are directed posteriorly whereas the lateral ones turn medially on the five anterior tergites. On tergites VI and VII the points are turned laterally by a marked vertex. Several setae are sparsely distributed on the tergites. The intersegmental membranes are colourless and without any markings.

Pleurites (fig. 21, 25). Pleurites as used here are the sclerotizations situated on the membrane connecting sternites and tergites. They occur on abdominal segments III to VII and decrease in size posteriorly.

The spiracles lie clearly above the dorso-pleural border in the membranous part of the notum.

Sternites (fig. 21, 22). Only five sternites are visible from ventrad in both sexes. They belong to abdominal segments III to VII. The first visible sternite, morphologically the third abdominal one, is divided in two parts by a well defined suture. The anterior part supports the metacoxa as a concave plate whereas the posterior part is free and visible. Medially the third sternite is produced into the intercoxal process which extends between the metacoxae. It is received by an invagination of the posterior base of the metasternum. The connection between the metasternum and the abdominal sternites is formed by a narrow membrane, sclerotized laterally only and bearing a few lateral setae. This membrane may represent the remainder of the second abdominal sternite. All sternites are separated from each other by distinct sutures. The general shape and arrangement of the setae are shown in fig. 22. The seventh, the last visible sternite, is transversely divided in two parts by a thin suture. Since this suture does not occur in the pupa and no tergite corresponds to it, it cannot be the remainder of a former segmental border. Latero-ventrally sternites IV to VII bear round or ovoid cavities.

All sternites have nearly rectangular borders reaching the pleurites on the lateral part of the abdomen. These lateral plates are present on sternites III to VII and heavily sclerotized on their margins. The longest is the lateral plate of the seventh sternite extending in an posteriorly tapering process (fig. 25). Sternites VIII and IX belong to the genital segments and become visible only when they are protracted.

2) *The External Genitalia.*

The genital armature is extended either during sexual activity or by pressure on the abdomen. The abdominal segments posterior to segment VII exhibit the only external sexual dimorphism of the species and are treated here.

Male (fig. 23). The eighth abdominal tergite is a rather broad, trapeziform sclerite; the eighth sternite has a form of a narrow plate laterally slightly sclerotized and medially connected by an almost membranous ligament that anteriorly produces a process, the spiculum ventrale. The following posterior part is a clasp-shaped double sclerite representing the ninth pleurites. These are strengthened on their anterior margin and, though meeting each other between the eighth and the ninth tergite, are not fused together at that point (see also fig. 82 of CROWSON, 1951). The ninth tergite is broadly rounded posteriorly and covers the genital tube proper in the normal position but it is visible after lifting the elytra of the male. The arrangement of the dorsal setae is shown in fig. 23.

The remainder of the ninth sternite consists of a spade-shaped plate, covering the genital tube from the ventral side and producing

an apodeme which is only slightly sclerotized, extending anteriorly to the eighth sternite. The arms of this ventral apodeme meet each other forming a triangular clasp. In addition to what is shown in figure 23, the ninth sternite bears ventrally several small setae chiefly on its posterior half; these are arranged as on the ninth tergite; all sclerites bear minute pointed scales turned in posterior direction.

The male genital tube has been described by SHARP & MUIR (1912), as follows : « Trilobe form. Median lobe large, fairly wide, and pointed at tip, formed of a large chitinous sclerite on dorsal aspect, membranous on ventral face; median orifice on ventral aspect before tip. Lateral lobes large, round at tips, excavate at base on inner side where they envelop the base of the median lobe. Basal-piece large, formed by a shield shaped sclerite on ventral aspect, emarginate at base, and membranous on dorsal face. Internal sac undifferentiated. » (p. 532). This description may be completed by adding a few details : The lateral lobes or paramera bear some setae on the tip and punctures (probably sensillae) on the lateral and dorsal surface. As BROWN (1944) pointed out, the shape of the male genital tube is a good character to distinguish this species from *Laricobius rubidus* LOC. and *L. laticollis* FALL. (his fig. 1, 2, 3, p. 8).

Female (fig. 24, 25). Whereas the eighth abdominal tergite of the female is rather like that of the male, the eighth sternite differs considerably in shape. It is a single, crescent-shaped sclerite meeting the tergite at its lateral ends. The ninth pleurite resembles that of the male, being in a more lateral position. The dorso-median corners do not meet each other like those of the male. The ninth tergite is more slender than the corresponding plate of the male, and basically emarginate. The eighth and ninth abdominal segments can be protracted in the form of a slender telescopic tube having the opening of the egg passage on its distal end (fig. 25). This « ovipositor » enables the females to lay their eggs in crevices of the bark as described in part I of this paper. The last part of the tube is laterally and ventrally supported by sclerites : laterally by a pair of sclerites articulating ventrally with the ninth pleurites which correspond probably to the divided ninth sternites (valvifers) and themselves bear typically two-segmented appendages (coxites and styli). The median triangular sclerite ventrally between the valvifers may represent the united valvulae or an intervalvular sclerotic remnant of the ninth sternum; it is designated here as the female subgenital plate. The membranous tube itself is not visible in fig. 24 which represents a cleared preparation.

THE LEGS.

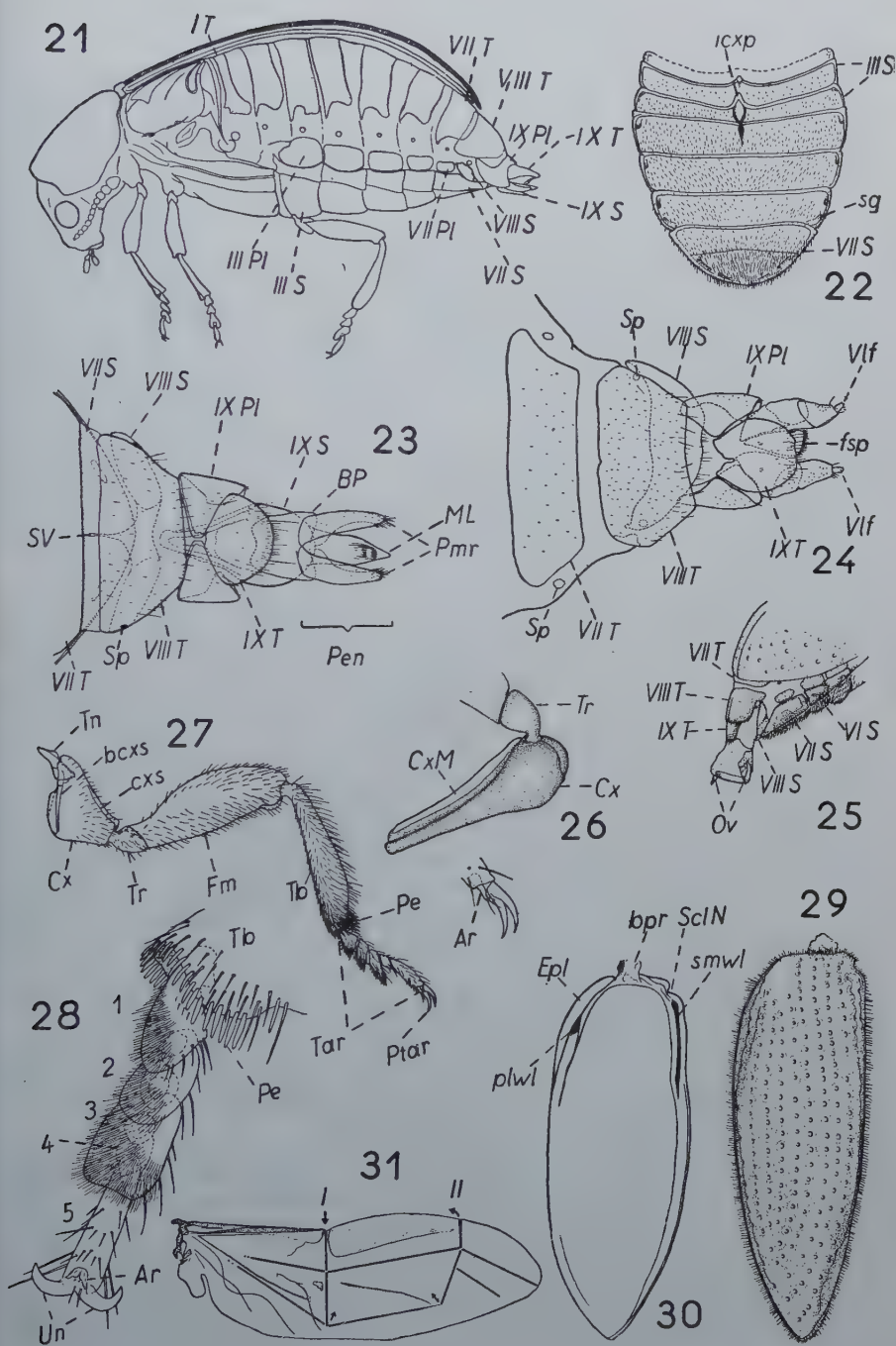
The legs bear all the typical segments common in adult Coleoptera namely the coxa, the trochanter, the femur, the tibia, the tarsus, and

the pretarsus. The existence of the trochantin on pre- and mesocoxa was mentioned above. Details of the legs are shown in the fig. 16, 19, 26, 27, 28.

The coxa differs considerably in shape in the three pairs of legs. The coxa of the mesothorax is stout and round, the precoxa is slightly longer, and the metacoxa is nearly three times as long as the mesocoxa. Indications of a basicoxal suture occur on the pre- and mesocoxa. The metacoxa is attached to and partly covered by the metasternum and transversally divided by a broad suture (fig. 19). The postero-ventral margin is protracted, forming a narrow, band-like cover of the femur (« Schenkelklappe », fig. 26). The posterior surface of the hindcoxa is concave giving space for the femur in repose. Laterally, the metacoxa extends slightly beyond the outer edge of the met-

Legend of the plate IV

- FIG. 21 : Adult male, lateral view. Last abdominal segments protracted, left elytron and wing removed, right wing partly cut off. (Pl, III-IX, pleurites of the abdomen; S, III-IX, abdominal sternites; T, I-IX, abdominal tergites).
- FIG. 22 : Abdominal sternites of the adult, normal position, ventral view (icxp, intercoxal process; S, III-VII, sternites of the third to the seventh abdominal segment; sg, sternal grooves).
- FIG. 23 : External genitals of the male, dorsal view (BP, basal plate; ML, median lobe; Pen, penis; Pl, IX, ninth abdominal pleurite; Pmr, paramera; S, VII-IX, abdominal sternites; Sp, spiracle of the eighth abdominal segment; SV, spiculum ventrale; T, VII-IX, abdominal tergites).
- FIG. 24 : External genitals of the female, dorsal view (fsp, female subgenital plate; Pl, pleurite; S, VIII, abdominal sternite; Sp, spiracle; T, VII-IX, abdominal tergites; Vlf, valvifers and appendages).
- FIG. 25 : Last abdominal segments of female, postero-lateral view; setae on elytra omitted (Ov, tube functioning as ovipositor, with lateral valvifers; S, VI-VIII, abdominal sternites; T, VII-IX, abdominal tergites).
- FIG. 26 : Metacoxa of the adult, inner view (Cx, coxa; CxM, distal marginal flange of excavate coxa; Tr, trochanter).
- FIG. 27 : Prothoracic leg of the adult, posterior view (Ar, arolium; bexs, basicoxal suture; Cx, coxa; exs, coxal suture; Fm, femur; Pe, pecten; Ptar, pretarsus; Tar, tarsus; Tb, tibia; Tn, trochantin; Tr, trochanter).
- FIG. 28 : Tarsus of the prothoracic leg of the adult, ventral view (Ar, arolium; Pe, pecten; Tb, tibia; Un, unguis; 1-5, joints of the tarsus, joint 1 and 2 partly laterally).
- FIG. 29 : Left elytron, dorsal view. Setae of the surface omitted.
- FIG. 30 : Right elytron, ventral view; pattern of elytral pits omitted (bpr, basal projection of costa and subcosta; Epl, epipleurite; plwl, pit for lateral winglock; ScIN, notch for mesoscutellum; smwl, slit for median winglock).
- FIG. 31 : Folding pattern of the wing, ventral view. Arrows indicate direction of lifting on main transversal foldings I (dorsally) and II (ventro-proximally).



episternum (fig. 19). The coxal suture is well developed in both the meso- and metacoxa, but only slightly indicated in the precoxal. The articulation of the trochanter is monocondylic with the fossa in the coxa. The vestiture is shown in the figures.

The trochanter is a small structure closely attached to the femur. It is much alike in all three pairs of legs, bearing a small variable number of pores, three to four on the posterior and about eight to eleven on the anterior side.

The femur is the strongest segment of the leg and approximately equal in length to the tibia. The length of the pre-, meso-, and meta-femur is inversely proportional to the length of the coxa, i.e. the meso-femur is the longest, the metafemur is short and stout. A deep groove with two winglike lateral extensions exists latero-distally. This groove receives the tibia when closely flexed against the femur. Most areas of the surface are covered moderately by long setae (fig. 27).

The tibiae of the fore- and middle-legs are about equal in length, that of the hind legs is slightly shorter. They are all triangular in outline and well rounded distally. The lateral margins are smooth. The distal part of each tibia spreads out in two rounded extensions bearing a row of strong marginal teeth (pecten, fig. 28). These are particularly long on the pretibia. The semicircular row of teeth is interrupted distally where a groove is present to receive the tarsus when folded.

The tarsi (fig. 28) of all legs are composed of five joints. The proximal three have the form of broad lobes on the ventral aspect; the third one is the largest and is distally emarginate. The distal part of the functional underside of these three joints is densely covered by very fine hairs. Joints two and three are slightly lobed below (CROWSON, 1951). Laterally and externally they bear some longer setae. The fourth joint is small, ring-shaped and closely attached to the third. The fifth joint is almost as long as joints one to three together, more slender, and slightly bent. The tarsi of the three pairs of legs are much alike.

The pretarsus bears two simple claws. The arolium is membranous and armed with two long setae.

THE WINGS.

Elytra (fig. 1, 29, 30). The two elytra together, completely cover the mesothorax except the scutellum, the metathorax, and the abdomen. Each elytron is a longish, convex structure reaching its maximum width dorsad of the metacoxa tapering slightly toward the rounded end. Articulation with the mesonotum and mesopleuron is made up chiefly of the basal projection of what is probably the transformed costal and subcostal vein in connection with the axillaries.

Details of the articulation are not described here. The tegula is well developed having the form of a hairy pad (fig. 16).

The typical round cavities or pits are arranged in ten and a half straight longitudinal rows corresponding to the fundamental type in *Coleoptera*. Only the shoulder of the elytron is free from these pits. Each cavity is surrounded by a circular line limiting a small darkened halo. Setae of nearly the same length as on the margins originate dorsally from the narrow areas between the halos. They have been omitted in fig. 29 in order to avoid confusion. Four to six of these setae are arranged around one halo. The number of elytral pits is variable as are those of all the other similar cavities occurring on the head and pronotum. The median row beside the median elytral suture is incomplete and comprises only five to seven pits. The Winglock is ensured by two modifications of the inner margin of the elytron. The lateral one consists of a trapezoidal groove close to the epipleuron, fitting into the corresponding hook of the metapleuron (fig. 17 and 30). The median winglock is formed by a narrow elongate slit in the inner side of the median margin, fitting to the longitudinal ridges of the scutellar groove of the metatergum (fig. 17 and 30). The antero-median margin is emarginate for the mesoscutellum.

Hind Wings (fig. 31, 32). The hind wings or alae are membranous in texture and without colour apart from the light brownish tinge of the veins. Numerous minute hairs are distributed over the entire surface of the wing. The entire posterior margin and small areas of the radius are fringed with bristles.

As in most families of *Coleoptera* the hind wing is folded together when the beetles are at rest. The folding pattern is shown in fig. 31. The anterior longitudinal fold becomes apparent after lifting the anterior part of the transversal fold I in a dorsal direction and turning the anterior part of fold II proximo-ventrally. Several secondary folds are present on the apex which are only partly shown in the figure. One of the characteristic features is the position of the main transversal fold (I) or hinge, very close to the base of the wing. According to CROWSON (1951) this is typical of the Derodontids; his fig. 81 of *Peltastica tuberculata* MANN. is quite similar to the wing of *L. erichsonii*. The venation is distinctly reduced. Details are shown in fig. 32 where the veins are tentatively named, following the interpretation by FORBES (1922). One of the differences between *Peltastica* and *Laricobius* is the oblique course of the r-m cross-vein in the latter contrasting with the short, interrupted transverse vein in *Peltastica*. The wing articulation is brought about by means of the costal and subcostal head, the axillaries, processes of the metepisternum and prescutum, and a series of muscles and tendons connecting and moving these parts. Details are shown in fig. 17.

The Egg

The oval egg is characterized by its rounded broad poles (fig. 17, part I) and its yellowish colour. The mean size is 0.40 mm. long and 0.26 mm. wide. The egg shell is without sculpture and slightly shining when first laid. In the course of its development the surface becomes dull and the colour at first very pale and hyaline, becomes lemon-yellow.

The Larva

STRUCTURE AND GENERAL APPEARANCE (fig. 33, 34, 35).

The larva of *L. erichsonii* is of the oligopod type having three complete pairs of thoracic legs. The full grown fourth instar larva (L IV) is about 4.0 to 4.4 mm. long. There are three well developed thoracic and ten abdominal segments, the terminal one being retractible into the ninth segment. All segments and the head are armed with numerous setae as well as with hair-like and scale-shaped cuticular outgrowths which are for the most part very small and variable in form. There are four larval stages. The following description is based largely on the fourth instar larva; the other instars are mentioned when great differences occur.

The colour of the larva is whitish-yellow just after a moult but becomes yellow later with a pattern of light brown, more heavily sclerotized parts such as the head capsule, the dorsal and pleural spinose plates, and the spiracles. Changes in larval colour due to the food have already been mentioned in part I of this paper.

THE HEAD.

The head of the fourth instar larva is distinctly narrower than the first thoracic segment on the dorsal aspect, but nearly equal in length when viewed laterally. It is of the prognathous type.

Head Capsule (fig. 36, 37, 38).

The head capsule of the larva, like that of the adult, is composed of a compound sclerite. There is no epicranial suture and the frontal suture extends to the posterior margin of the head. Dorsally, the cranium is formed by the clypeus and the frons. The *clypeus* lies in the cephalic region of the head, behind the labrum, from which it is separated by the clypeo-labral suture. The epistomal suture is present as a double line, visible in transmitted light. It separates the clypeus from the frons. The anterior margin of the clypeus is less sclerotized than the posterior part.

Behind to the antenna are six ocelli arranged laterally in a ventrally open semi-circle. Between the ocelli and the frontal suture

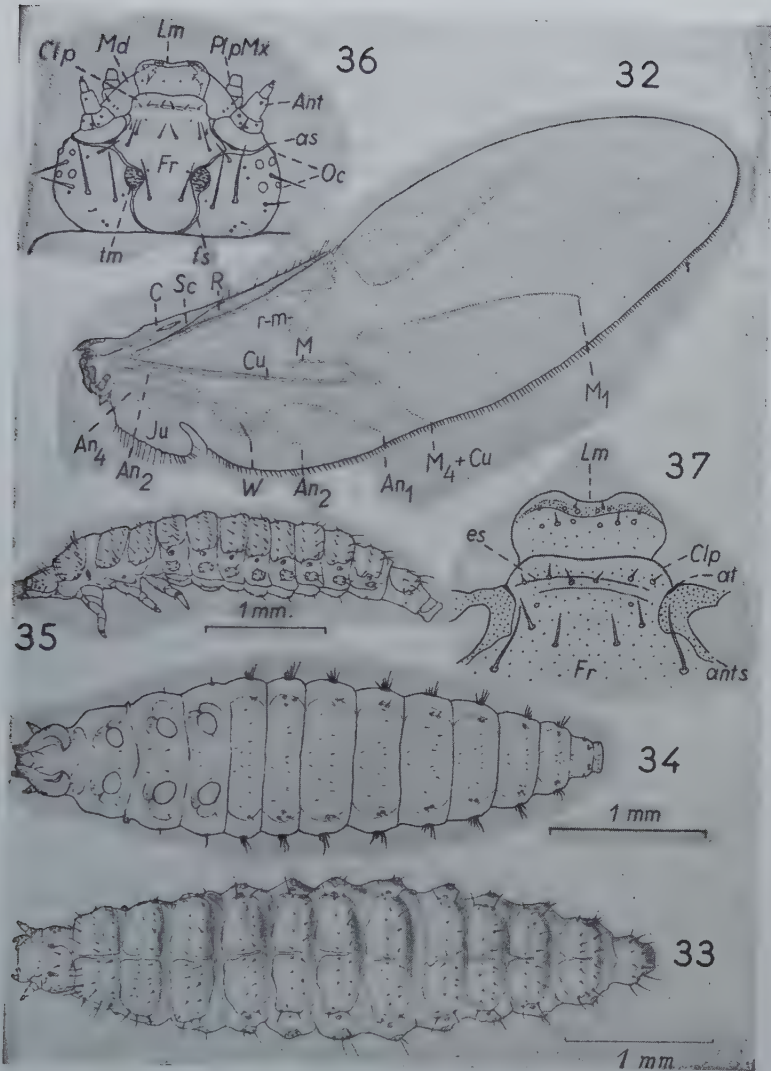


FIG. 32 : Right wing, dorsal view. Veins are dotted according to their clearness (An, anal vein; C, costa; Cu, cubitus; Ju, jugal lobe; M, media; R, radius; r-m, radio-medial cross-vein; Se, subcosta; W, wedge cell).

FIG. 33 : Fourth instar larva, dorsal view.

FIG. 34 : Fourth instar larva, ventral view; legs removed.

FIG. 35 : Fourth instar larva, lateral view.

FIG. 36 : Head of fourth instar larva (L IV), dorsal view (Ant, antenna; as, antennal suture; Clp, clypeus; Fr, frons; fs, frontal suture; Lm, labrum; Md, mandible; Oc, ocelli; PpMx, palpus maxillaris; tm, tentorial macula).

FIG. 37 : Labrum and clypeus of L IV, dorsal view (at, anterior tentorial pit; ants, antennal suture; Clp, clypeus; es, epistomal suture; Fr, frons; Lm, labrum).

two dark brown zones are visible, situated in the median curve of the sinuated frontal suture (fig. 40). The surface of these almost round maculae is rugged indicating a heavily sclerotized chitinous layer. In this area muscles are attached connecting the dorsal arms of the tentorium with the head capsule. The plates might be called *tentorial maculae*. The tentorium gives attachment to adductor muscles of the mouthparts and to the ventral dilators of the stomodaeum; the strong structure of the tentorial maculae suggests that it is associated with the function of the feeding apparatus when sucking and pumping the fluid food.

The labrum (fig. 37) is well separated from the clypeus and connected by a membrane. It is a nearly rectangular, laterally and anteriorly sinuous sclerite of convex shape covering the mouth from above. It is armed with two longer and four minute setae and several pores. The anterior margin is a membranous depressed flap continuous with the *epipharynx* on the ventral side of the plate. This is also membranous, set with groups of four to five pores anteriorly and pointed minute scales posteriorly; it is continuous with the dorsal wall of the pharynx. Tormae and lateral epipharyngeal sclerites are formed much as in the adult. The *hypopharynx* (fig. 39) is of the usual, lobe-like shape and covered with minute spicules arranged in transverse, curved rows. Laterally, the basal sclerites of the superlingua are visible. Proximally are the articulations of the suspensoria, connecting the hypopharynx with the tentorium.

Of the other areas of the head capsule only the region of the *gula* justifies special treatment (fig. 38). Although the head is in a somewhat prognathous position, the posterior tentorial pits are close to the postoccipital rim of the cranium. The membranous area between both tentorial pits might be regarded as the gular region, taking into account the existence of the gular plate in the adult. Posteriorly the gular region is continuous with the neck membrane. The posterior and anterior margin is only slightly marked; this contrasts with the gula of *Derodontus maculatus* MELSH. which is distinctly marked according to BÖVING & CRAIGHEAD (1931).

Head Appendages.

The *antenna* (fig. 40, 41) is imbedded in a large antennal socket which is defined by the heavily sclerotized ringshaped antennal suture. The antenna is three-segmented, conical in shape, and tapers gradually towards its apex. There occur three to four pores on the first segment, one pore, four minute hairs and one large ventral sensorial appendage on the second, and the third is crowned by a few minute sensillae. The segments are slightly sclerotized, the connecting membranes pale.

The *mandibles* (fig. 42) differ considerably from those of the adults. They are more elongate and slender, the retinaculum originating on the dorsal side. Both the incisor lobes are dark brown. In front of the inner angle of the base there is a broad molar area. The molar proper is inserted towards the anterior end. It is only slightly sclerotized and set with transverse rows of minute spiculae. Only two bristles occur on the rounded distal ridge of the mandible. A broad dorsal condyle and a well marked ventral condyle are present. In lateral view the apex of the mandibles is slightly bent ventrad. The mandibles are of identical form.

The *maxilla* (fig. 38, 39) is articulated to the cranium by its basal part, the cardo. It produces a basal condyle and its surface is marked by the line of an internal ridge like that of *Periplaneta*. The cardo is triangular and ventrally armed with one large seta. The stipes is clearly separated from the cardo by a suture. It is armed with two setae latero-ventrally and continuous with the lobes of the maxillae. The palpifer is present as a ring-shaped lobe which may, at first sight, be regarded as the basal segment of the palpus. The latter is three-segmented and bears several small setae and pores as shown in the figures. The rounded galea and lacinia are separated only by a shallow fold and both are fused with their bases and the stipes. The galea bears a few small bristles and punctures ventrally while the lacinia is armed latero-dorsally with five solid spines. Transverse rows of very minute spicules cover the dorsal surface. The distal transparent margin of the galea and lacinia form the broad flat spoonshaped end of the maxilla. Working together, both mouthparts seem to function as a shovel for semi-solid food.

The *labium* (fig. 38) is of simple structure. The membranous submentum connects the labium with the gular region. The prementum contains two sclerites; the region of the reduced glossa and paraglossa is fused in a median lobe (ligula) bearing a pair of setae and two ventral pairs of pores. The labial palpi are two-segmented and armed with minute sensillae on the top. The arrangement of the setae is shown in the figure. The labium is attached to the maxillae laterally by articulating membranes set with pointed scales which are distributed over the larval cuticula in the areas where no stronger sclerotization occurs.

THE HEAD OF THE FIRST, SECOND, AND THIRD LARVAL INSTAR.

The head and the head appendages of the younger larval instars resemble very much that of L IV (fourth larval inst.). The following differences are visible in L I (fig. 43): There is present a median row of small eggbusters on the frontal area and a single one on the labrum. The number of dorsal setae is slightly reduced. The tentorial maculae are not yet present; only a broadening of the frontal suture indicates

the location of the maculae for the first time in the head of L II. The frontal suture does not reach the antennal base. The distance between both the incisor lobes of the mandible is relatively larger than in L IV. The antennae are shorter and the ventral sensorial appendage is more slender in L I. No other differences were found on the head structure. As usual with young larvae the proportions of the body differ in some respects from that of full grown larvae; the head and the legs are relatively bigger in L I to L III. Fig. 44 shows the head capsule width of the four larval stages indicating that no overlapping of the measurements occurs.

Legend of the plate VI

- FIG. 38 : Head of L IV, ventral view (ar, articulating membrane; AT, anterior tentorial arm; CCd, basal condyle of cardo; Cd, cardo; drawn in flattened position (right) and in normal curved position (main picture); Ga, galea; Ge, gena; gu, gular region; Hphy, hypopharynx; ir, internal ridge of cardo; Lc, lacinia; Oc, ocelli; PlpLb, palpus labialis; PlpMx, palpus maxillaris; PMt, prementum; pt, posterior tentorial pit; sgs, subgenal suture; SMT, submentum; St, stipes; TB, tentorial bridge).
- FIG. 39 : Ventral part of head of L IV, dorsal view (a', posterior articulation of mandible; AT, anterior tentorial arm, posterior part; bs, basal sclerite of superlinguae of hypopharynx; CCd, basal condyle of cardo; Cd, cardo; DT, dorsal tentorial arm; Ga, galea; hs, hypostomal suture; Hphy, hypopharynx; PlpLb, palpus labialis; PlpMx, palpus maxillaris; Sus, suspensoria; Tnt, tentorium; Lc, lacinia).
- FIG. 40 : Right antenna of L IV, dorsal view (Ants, antennal socket; 1, 2, 3, antennal joints; at, anterior tentorial pit; fs, frontal suture; Oc, ocelli; tm, tentorial macula).
- FIG. 41 : Antenna of L IV, ventral view (Ants, antennal socket; 1, 2, 3, antennal joints; sa, sensorial appendage).
- FIG. 42 : Left mandible of L IV, dorsal view (CD, dorsal condyle; CV, ventral condyle; et, extensor tendon; mol, molar region; Mol, molar proper; Re, retinaculum; rt, retractor tendon).
- FIG. 43 : Head of L I, dorsal view (Ant, antenna; eb, median row of egg busters; fs, frontal suture; Lm, labrum; Md, mandible; Mx, maxilla; PlpMx, palpus maxillaris).
- FIG. 44 : Graph showing frequency distribution of head capsule width of larvae of *L. erichsonii*. 1' = 13 micron. Number of specimens examined : 25 L I; 30 L II; 35 L III; 200 L IV.
- FIG. 45 : Prothoracic leg of L IV, anterior view (Cx, coxa; Fm, femur; Ptar, pretarsus; TbTar, tibiotarsus; Tr, trochanter).
- FIG. 46 : Right prothoracic leg of L IV, ventral view of articulation of trochanter (cxs, coxal suture; Cx, coxa; Fm, femur; Tr, trochanter).
- FIG. 47 : Tenth abdominal segment of L IV, dorsal view (SC, scaleshaped outgrowth of cuticula; Tg, tenth abdominal tergite).

THE THORAX (fig. 33, 34, 35).

The three thoracic segments of the fourth instar larva are similar to the following abdominal segments. Dorsally each segment is covered by one heavily sclerotized, medially divided spinose tergite; laterally the meso- and metathorax carry a pair of rounded pleurites whereas ventrally only small areas are slightly sclerotized around single setae between the thoracic legs.

The prothoracic tergite only is armed with setae in three transverse, complete rows in which one longer and one shorter hair usually alternate. The tergites of meso- and metathorax as well as of the abdominal segments one to nine have only two transverse rows of setae. Each of the larger tergal setae originates from a small lobe so that there are two or three, respectively, transverse rows of lobes and the surface of the plates becomes rather uneven.

The great variability in the arrangement of setae causes some asymmetry. Sometimes half a fourth transverse row of hairs appears on the prothoracic tergite between the second and the third row, extending from the lateral margin to the middle. The number of setae varies, for instance, on the prothoracic plate from 22 to 30. On each tergite two or three groups of small dark brown spots are present, situated usually in the deeper parts of the tergites (comp. fig. 54). The areas of the body wall that are not covered by sclerites show minute pointed scales as outgrowths of the cuticle; they are shown only in fig. 38, 47, and 53, for the sake of clarity. Further details of the setal arrangement are shown in the figures.

The thoracic spiracle is situated laterally on a lobe between the pro- and mesothorax. Three pairs of legs are attached ventrally.

THE THORACIC LEGS (fig. 45, 46).

The legs are composed of the usual segments of primitive Polyphagous larvae : coxa, trochanter, femur, tibiotarsus, pretarsus. The general form of the joints and the arrangement of the setae of all three pairs of legs is much alike; only the femur and tibiotarsus of the fore-leg are somewhat stouter. The simple claws allow the larva to cling to and move on the bark. Two small, roundish sclerites occur between the base of the fore-coxa and the gular region of the head (fig. 38). Further details of structure and setal arrangement are shown in the figures.

THE ABDOMEN (fig. 33, 34, 35, 47-53).

The abdomen consists of ten segments tapering gradually from the middle of the body. On each segment except the last there occurs one medially divided, heavily sclerotized tergal spinose plate, one nearly round pleural plate on each side, and a less sclerotized sternal area. The tergal and pleural plates are set with spines and setae,

some of considerable length; only short setae and spicules borne on small sclerotized spots are present on the sterna laeas. As mentioned above, each tergite is armed with two transversal rows of setae. This arrangement is shown in the figs. 33-35. The drawings represent individual specimens, since there is some variability just as on the thorax. Some instances of the irregular arrangement of the setae are shown in fig. 54. As on the thoracic tergal plates all the larger spines originate on lobes. These lobes increase slightly in size posteriorly but are present on all but the terminal segment (fig. 48).

Among the lobed transversal rows there are three or four groups of darker spots visible, located on the deepest parts of the uneven tergites I to IX. They are indistinct and only indicated in fig. 54. On smaller larvae they are usually not visible. The tenth segment is somewhat reduced and retractible (fig. 47). When moving the larva uses it often for the fixation of the body on the bark thereby performing movements like that of loopers. Here no pleurites are present and the number of hairs and pores is strongly reduced compared with the other segments. The terminal membranous plate is often in contact with the substratum and bears numerous sense pores.

The eight pairs of abdominal spiracles open in cone-shaped lobes (fig. 49), between pleurites and tergites of segment one to eight. They are of the biforous type.

THORAX AND ABDOMEN OF L I, L II, AND L III.

Generally, the structure of the thoracic and abdominal segments of the first three larval instars is much like that of L IV. The following differences, however, may be noted :

The width of the head capsule becomes smaller from instar to instar, compared with that of the prothoracic segment. The shape of the tergal plates is stouter in the later instars, i. e. the antero-posterior extension becomes relatively longer. The number of spines and setae increases from L I to L IV. This process is not so regular as, for instance, in the larvae of *Dermestes lardarius* L. where one additional seta appears on the tergal plate in each group of setae after each of the first four moults (KREYENBERG, 1929).

Fig. 51 to 54 show, for example, the dorsal setal arrangement of the right half of the first abdominal segment of L I to L IV. It is evident that the larger setae are usually present already on L I whereas additional smaller ones appear or become longer on both tergite and pleurite of the subsequent instar. The constant position of some of the smaller anterior setae is remarkable.

The tenth abdominal tergite of L I is very similar to that of L IV (fig. 50).

The Pupa

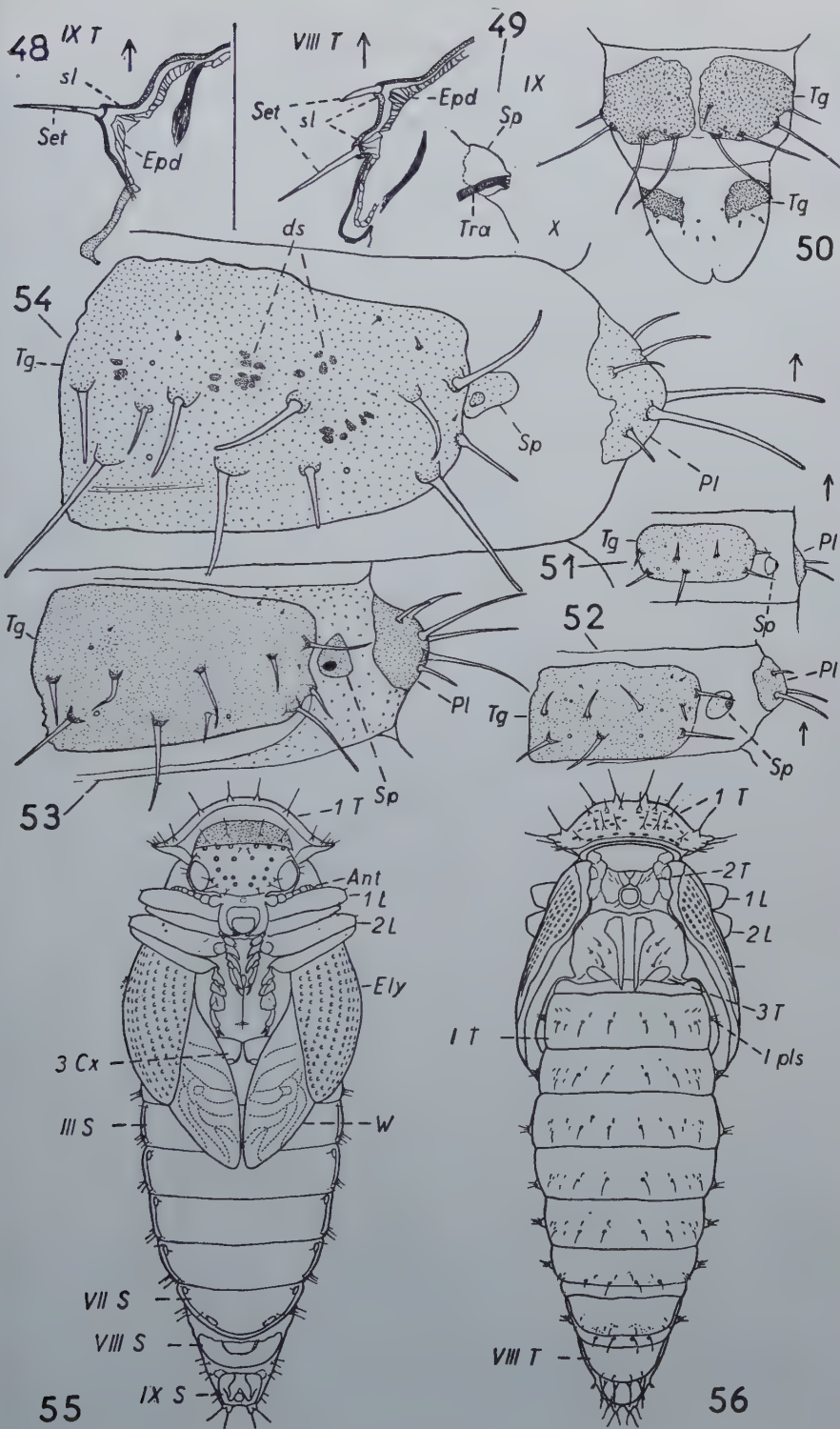
The pupa of *L. erichsonii* (fig. 55, 56) is light yellow in colour; only the last abdominal segments darken a little before the emergence of the adult. The pupal skin bears several setae which are clearly visible on the young pupa. The interval between the pupal skin and the body disappears gradually with the maturing of the adult. During this process the setal lobes also become smaller gradually.

The head is in the usual ventral position and closely resembles that of the adult. No trace is visible of the dorsal lobes of the adult nor of the tentorial maculae of the larva. The arrangement of the setae is like that of the larger setae of the posterior part of the larval head. The coarsely punctured occipital region of the head, covered by the pronotum in the adult, is plainly visible in the pupal stage. Furthermore, the pits are present in the arrangement characteristic of the adult head.

The thorax also is much like that of the adult. The general arrangement of the setae on the pronotum, however, corresponds to that of the larval stage. There are three nearly straight transverse rows; the longest setae are borne on the lateral and anterior margin of the pronotum. The meso- and metathorax are plainly visible dorsally as a consequence of the position of the elytra and the wings which lie on either side of the body. The eight setae of the mesotergum and the twelve setae of the metatergum are arranged in

Legend of the plate VII

- FIG. 48 : Longitudinal section of the eighth (right) and ninth (left) abdominal tergite of L IV. Arrows show anteriorly (Epd, epidermis; Set, setae; sl, setal lobes; VIII T and IX T, eighth and ninth tergite).
- FIG. 49 : Biforous spiracle of L III, third abdominal segment, in optical section (Sp, spiracle on cone-shaped lobe; Tra, trachea).
- FIG. 50 : Ninth and tenth abdominal segment of L I. Note asymmetry of setal arrangement on ninth tergites (Tg, tergite).
- FIG. 51 : to 54. First right abdominal tergite and pleurite of L I (fig. 51), L II (fig. 52), L III (fig. 53), L IV (fig. 54). All drawn in same enlargement, 100x. Arrows show anteriorly (ds, dark spots; Pl, pleurite; Sp, spiracle; Tg, tergite).
- FIG. 55 : Female pupa, ventral view (Ant, antenna; 3 Cx, metacoxa; Ely, elytron; 1L, 2L, pro- and mesothoracic leg; S, III-IX, abdominal sternites; 1 T, protergum; W, wing).
- FIG. 56 : Pupa, dorsal view (1L, 2L, pro- and mesothoracic leg; 1 pls, pleural setae of first abdominal segment; 1 T, 2 T, 3 T, pro-, meso-, and meta-tergum; I T to VIII T, abdominal tergites).



a manner markedly different from the larval position. The articulation of the elytra and wings, which are much thicker and shorter than in the adults, occurs along their entire bases occupying the greatest part of the pleural area. The tip of the alae is folded in zigzag pattern reaching to the sixth abdominal sternite in the younger and to the fourth sternite in the older pupae, due to an elongation of the abdomen.

The fore- and middle legs are exposed; the most distal part of the femur and tibia are also visible from the dorsal side. The hindlegs, except the coxae, are largely hidden by the elytra and hind wings. The thoracic setae have the form of rather fine hairs the longest of which is situated on the anterior margin of the pronotum (0.16 mm.).

The *abdomen* is that part of the pupal body where the external changes from larva to pupa are least pronounced. There are nine well developed tergites. The first five have approximately the same number of setae. They are arranged in two transverse rows, the setae of the posterior row being stronger and longer. The arrangement as a whole corresponds well with that of the larval tergites. The posterior setae of the ninth tergite are situated on double lobes and rise to the considerable length of 0.18 mm. The variability in the number and position of the setae is less than in the larvae, but still evident. The pleurites are double lobed and armed with two long and two to four short setae each in most cases on abdominal segments one to seven. The spiracles are situated between the tergites and pleurites as in the larva. There are nine distinct abdominal sternites. Of these the seventh is the broadest, as in the adult, but the second suture of this sternite is not present in the pupa. The sternites have lost their larval setae and resemble those of the adult. Further details are shown in the figures.

Discussion

Since only a few brief descriptions of the adult *L. erichsonii* occur in the literature and none of the larva or pupa, there is little reason to discuss at length the views of other authors on the chitinous skeleton of the species. Only recently CROWSON (1944 and 1951) reviewed the systematic position of the *Derodontidae* and related families. He gave very useful keys to the families and mentioned some details of the structure of *L. erichsonii*. Some of the keys are based on a study of the larva of *Derodontus maculatus* MELSH. by BÖVING & CRAIGHEAD (1931). The slight differences in the findings of these authors and the writer are discussed and briefly summarized.

ADULT. As stated the pale lobes on the head close to the inner margins of the compound eyes are not ocelli. Since CROWSON's description of *Derodontus* agrees, this character should be excluded from the key leading to the adult *Derodontidae* (CROWSON, 1951). In

this key it is stated that the head is not at all reflexible against the underside of the prothorax. Although this character is used primarily to differentiate between this group and the conditions in typical Dermestids it should be kept in mind that in *Laricobius*, there is a distinct invaginated membrane, visible in longitudinal sections and there is no difficulty in moving the head of either living or dead beetles in a ventral direction. Finally, some minor details of fig. 82 of CROWSON (1951) showing the abdomen of the male may be supplemented: The arms of the ventral apodeme of the ninth sternite meet each other. This is not shown in the figure mentioned (comp. fig. 23 of this paper). On the same figure by CROWSON an anterior excavation of the eighth tergite of the male is shown which was not visible on the specimens examined by the writer (cp. fig. 23).

LARVA. As mentioned there are no urogomphi, sensu strictu, present on the tergite of the ninth abdominal segment. No doubt, all the longer setae on this tergite originate on lobes as do all the longer setae on the tergites of the larva. The slight and gradual increase of these lobes posteriorly (fig. 48, 49) seems not to justify using a name which applies to special outgrowths of the ninth abdominal segment only, according to the definition by BÖVING and CRAIGHEAD (1931). The spiracles of *L. erichsonii* open on cone-shaped lobes, not on projecting tubes as stated in the keys given by BÖVING and CRAIGHEAD (*l. c.*) and by CROWSON (1951). Finally, the gular region of the head capsule is not so clearly marked as it seems to be with the larva of *Derodontus maculatus* (comp. BÖVING and CRAIGHEAD, *l. c.*, plate A, fig. 27).

Most of the differences between the structure of *L. erichsonii* and that of the Derodontidae as given by these authors in their keys are due to the establishment of certain differential characters in species of the genus *Derodontus*. This suggests that the relationship between the genera *Derodontus* and *Laricobius* is not so close as has been supposed hitherto. A comparative study of the internal anatomy of other members of these genera might provide a useful means of determining their respective systematic position.

ZUSAMMENFASSUNG

Der zweite Teil der Arbeit behandelt das Chitinskelett von *Laricobius erichsonii* ROSENH. Die hier gegebene detaillierte Beschreibung bezieht sich auf die Imago, alle Larvenstadien und die Puppe; sie wird durch Zeichnungen ergänzt. Diese deskriptive Behandlung des Chitinskelettes ist als Grundlage für weitere Untersuchungen über die Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb der *Derodontidae* gedacht. Von praktischer Bedeutung für die biologische Bekämpfung sind diese Studien insofern, als die morphologische Kenntnis eingeführter Nutzinsekten dazugehört, um später deren Ansiedlung und Ausbreitung im neuen Lebensraum durch Bestimmung gesammelter Vollkerfe oder Larven verfolgen zu können.

REFERENCES

- BÖVING, A. G. & F. C. CRAIGHEAD. — 1931. An illustrated synopsis of the principal larval forms of the *Coleoptera*. — *Ent. Amer.*, **11**, 1-351.
- BROWN, W. J. — 1944. Some new and poorly known species of *Coleoptera*, II. — *Canad. Ent.*, **76**, 4-10.
- CROWSON, R. A. — 1944. Further studies on the metendosternite in *Coleoptera*. — *Trans. R. Ent. Soc. London*, **94**, 273-310.
- CROWSON, R. A. — 1951. The classification of the families of British *Coleoptera*. Part V. — *The Entom. Monthly Magaz.*, **87**, 147-156.
- FORBES, W. T. M. — 1922. The wing-venation of the *Coleoptera*. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **15**, 328-357.
- KREYENBERG, J. — 1929. Experimentell-biologische Untersuchungen über *Dermestes lardarius* L. und *Dermestes vulpinus* F. — *Z. ang. Entom.*, **14**, 140-187.
- SHARP, D. and F. MUIR. — 1912. The comparative anatomy of the male genital tube in *Coleoptera*. — *Trans. Ent. Soc. London*, **6**, 477-642.
- SNODGRASS, R. E. — 1935. Principles of insect morphology. — McGraw Hill Book Co., New York and London.

(*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt*)

POLYÉDRIE CYTOPLASMIQUE CHEZ L'ÉCAILLE FILEUSE (*HYPHANTRIA CUNEA* DRURY, LEP. ARCTIIDAE)

PAR

C. VAGO et L. VASILJEVIC.

L'importance agronomique et économique de l'extension de l'Ecaille fileuse en Europe a amené plusieurs organisations internationales (1), en accord commun, à prévoir des recherches sur les facteurs biologiques susceptibles de diminuer le dynamisme de la progression.

C'est dans ce cadre que nous avons montré en 1953 l'apparition d'une polyédrie dans les populations européennes d'*Hyphantria* et notamment dans celles provenant de Yougoslavie (2). Nous avons caractérisé cette virose comme nucléotropique avec affinité vis-à-vis du tissu adipeux, et nous l'avons rangée parmi les polyédries à *Borrelina* à corps d'inclusion type « membrane » contenant des virus en forme de bâtonnets. Deux ans plus tard, ces constatations ont été confirmées et complétées (3) par la mise en évidence au microscope électronique des membranes des corps d'inclusion et des virus bacilliformes.

D'autres échantillons venant également de Yougoslavie, de différents foyers de virose de plus en plus nombreux depuis 1952, ont révélé l'existence d'une virose avec caractéristiques différentes de celles du type déjà décrit. En effet, les cellules sanguines ne présentent que de faibles altérations consistant en une vacuolisation anormale et le tissu adipeux ne montre ni l'hypertrophie, ni l'accumulation intranucléaire des corps d'inclusion. Par contre, l'intestin se trouve particulièrement ramolli avec parois en voie de désagrégation. Ces

(1) Comité Européen de Zoologie Agricole, Organisation Européenne pour la protection des plantes, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture et Commission Séricicole Internationale.

(2) VAGO, C. & L. VASILJEVIC. — 1953. Détection d'une maladie à virus parmi les populations européennes de l'Ecaille fileuse (*Hyphantria cunea* DRURY Lepidoptera) actuellement en progression. — *C. R. Acad. Agr.*, **10**, p. 654.

(3) MACHAY, L. & B. LOVAS. — 1955. Der erreger der Viruskrankheit von *Hyphantria cunea* DRURY. — *Acta Microbiologica*, **3**, p. 117.

parois prélevées d'une façon séparée du tissu adipeux libèrent une quantité importante de corps d'inclusion polyédriques de $0,5 - 3\mu$ de diamètre. Ces polyèdres n'ont pas les mêmes caractéristiques tinctoriales que ceux décrits antérieurement, leurs contours ne s'accentuant pas sous l'effet des colorants aniline basique. Sur coupes histologiques du tube digestif, ils montrent une localisation dans le cytoplasme des cellules intestinales en entourant le noyau et en laissant intact ce dernier. La dissolution des corps d'inclusion sous l'effet de Na_2CO_3 $0,10\text{ M} + \text{Na Cl } 0,2\text{ M}$ permet de voir au microscope électronique un type non membraneux avec virus cocciformes de $20-45\text{ m}\mu$ de diamètre à leur intérieur résistant irrégulièrement à la dissolution différentielle. L'ensemble de ces propriétés définit ainsi une virose du groupe *Smithia* (n. sp. *S. hyphantriae*).

Cette virose a certaines relations avec celle que nous avons signalée antérieurement chez le même Lépidoptère. En effet, de nombreuses larves contiennent des corps d'inclusion cytoplasmiques dans l'épithélium intestinal en même temps que leurs hémocytes et leur tissu adipeux présentent l'hypertrophie nucléaire avec polyèdres intra-nucléaires.

En définitive, ces données sur la multiplicité de maladies à virus dans le jeune foyer européen d'Ecaille fileuse montrent que les viroses, facteurs limitatifs importants des gradations de Lépidoptères, ne sont pas limitées au type *Borrelina* dans cette population en voie d'extension, ce qui augmente la chance de leur installation vers un état endémique.

*Institut national de la Recherche agronomique,
Laboratoire de Cytopathologie des Insectes, Alès
et Institut de Protection des Plantes, Belgrade
(Yougoslavie.)*

SOMMAIRE

Informations concernant la C.I.L.B.

Activité des Groupes de Travail de la C.I.L.B., p. 199. — Réunion de la F.A.O. pour la lutte contre les Punaises des Céréales (*Eurygaster integriceps* PUTN. et *Aelia* sp.), p. 202.

Mémoires originaux

V. DELUCCHI : *Lithocolletis messaniella* ZELLER (Lep. Gracilariidae) : analysis of some mortality factors with particular reference to its parasite complex, p. 203. — V. DELUCCHI : *Pteromalus pini* HARTIG (1838) : specie tipo di *Beierina* gen. nov. (Hym. Chalcidoidea), p. 271. — J. R. STEFFAN : *Brachymeria* (Hym. Chalcididae) parasites de *Anomis flava* F. à Madagascar, p. 275.

INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

Présentées par le
Secrétariat général de la C.I.L.B.

ACTIVITÉ DES GROUPES DE TRAVAIL DE LA C.I.L.B.

Plusieurs Groupes de Travail se sont réunis récemment dont les comptes rendus suivants sont parvenus au Secrétariat général de la C.I.L.B.

Groupe de travail sur *Dacus* et *Ceratitis*.

(deuxième réunion tenue à Rabat, Maroc, le 28 mai 1958)

Cette réunion a eu lieu à la suite de la première Conférence internationale des techniciens oléicoles et a reçu le meilleur accueil du gouvernement chérifien.

Le Groupe a pris note des progrès réalisés par ses membres spécialistes dans le domaine de l'élevage massif des hôtes ; cependant si le problème est résolu pour *Ceratitis capitata* (voir : *Entomophaga* 1958, 3 (1), p. 45-53), les recherches doivent être poursuivies sur *Dacus oleae*. Il a décidé de ne pas attendre la mise au point d'une technique d'élevage permanent satisfaisante du *Dacus*, pour procéder aux essais d'introduction et de multiplication en masse de certains parasites sur *Ceratitis*.

Le premier objectif à atteindre est d'engager les Laboratoires et Insectaria nationaux spécialisés :

— à ne pas procéder à des introductions inopportunes et, dans le cas où une introduction aurait lieu, d'en informer le Secrétariat du Groupe ;

- à développer dès à présent les élevages massifs permanents de *Ceratitis capitata* en vue de commencer les études sur l'élevage et la multiplication des parasites en excluant pour le moment tout essai de lâcher dans la nature.

Le Groupe propose aux Insectaria nationaux de procéder à ces études à la fois sur *Opius concolor* et sur *Opius oophilus*.

Le deuxième objectif important du Groupe sera de préparer, pour 1960, des prospections africaines pour la recherche de nouveaux parasites de *D. oleae*, ce qui nécessite :

- un équipement satisfaisant de quelques laboratoires de quarantaine méditerranéens pour la réception des échantillons ;
- un programme minutieusement préparé et des moyens financiers suffisants pour le réaliser.

En conséquence, le Groupe de Travail prévoit de se réunir à nouveau au début de l'année 1959, et il sollicite de tous les services techniques intéressés, la désignation des spécialistes et la mise en œuvre l'équipement de leurs Insectaria.

Enfin, le Groupe de Travail demande instamment à ces services et aux laboratoires de recherche compétents de consacrer leurs efforts à la mise au point d'une méthode d'élevage permanent de *Dacus oleae*, et de ne pas négliger l'étude biologique des parasites méditerranéens de cet Insecte. Le compte rendu polycopié n° 58-1 peut être demandé au Secrétariat général ou au Secrétariat du Groupe : M. FÉRON, Station de Zoologie agricole, Montfavet-Cantarel, Vaucluse (France).

Groupe de travail sur *Hyphantria cunea*.

(première réunion tenue à Beograd et Zemun, Yougoslavie,
les 16 et 17 juin 1958)

Le Groupe a été constitué sur décision de l'assemblée générale de la C.I.L.B. approuvant la conclusion de la Conférence inter-organisations (C.I.L.B., F.A.O., O.E.P.P.) du 11 juillet 1957.

Les problèmes essentiels sont déjà connus des services officiels car ils ont été évoqués et discutés lors de conférences précédentes et présentés à la C.I.L.B. par les rapports précis du docteur TADIC.

Aussi le Groupe a-t-il d'abord apprécié les travaux récents des chercheurs yougoslaves et engagé ceux-ci à les poursuivre en 1958. (Écologie de *H. cunea*, étude des parasites indigènes, observations sur *Apanteles hyphantriae* RILEY et sur *Mericia ampelus* WILK., recherches sur les maladies de *H. cunea*...)

Puis il s'est prononcé sur l'intérêt incontestable de procéder à

l'introduction rationnelle des parasites américains dans les conditions suivantes :

- un ou deux prospecteurs européens doivent pouvoir se rendre en Amérique du Nord pour y effectuer une étude écologique de l'hôte et de ses parasites et y organiser les récoltes et les envois d'espèces entomophages en fonction des résultats de cette étude écologique;
- un insectarium d'élevage de multiplication doit être organisé et équipé à Zemun pour y recevoir les envois de la mission de prospection;
- des moyens de contrôle très fréquents doivent être mis à la disposition des spécialistes européens qui auront la charge de contrôler les lâchers et l'acclimatation des parasites;
- une coordination efficace doit être établie avec le Centre d'identification des Insectes entomophages de la C.I.L.B. à Genève.

Les incidences séricicoles n'ont pas été négligées par le Groupe de Travail qui désire informer la Commission Séricicole internationale (C.S.I.) de ses préoccupations dans le domaine des études de pathologie sur *H. cunea*.

Pour la réalisation matérielle du programme de travail, les efforts financiers du gouvernement yougoslave (Laboratoire de lutte biologique et Insectarium de Zemun) seront probablement accrus tandis que les organisations internationales compétentes (F.A.O. et O.E.P.P.) doivent être consultées par le bureau exécutif de la C.I.L.B. en même temps que les gouvernements intéressés. (Voir compte rendu polycopié n° 58-2 au Secrétariat général ou au Secrétariat du Groupe : docteur TADIC, Laboratoire de Lutte biologique, Zemun, Yougoslavie).

Groupe de travail sur les chenilles mineuses de la Canne à sucre.

(première réunion tenue à Paris, les 16 et 17 juin 1958)

Ce groupe s'est réuni sous la présidence du professeur VAYSSIÈRE, président d'honneur de la C.I.L.B. et avec la participation des représentants qualifiés de l'Espagne, du Portugal d'outre-mer, de la France d'outre-mer, des Antilles françaises ainsi que de celle du docteur PARKER, représentant l'U.S. Bureau.

Un rapport détaillé de M. CARESCHE, de Madagascar, est venu compléter la documentation déjà présentée à la C.I.L.B. par M. VAYSSIÈRE (Assemblée générale de février 1958) et par M. BESSARD (colloques d'Antibes de novembre 1956). M. ARQUIJO a donné d'importantes précisions sur les résultats obtenus en Espagne contre d'autres Lépidoptères à l'aide de *Trichogramma minutum*.

De son côté, M. CASTEL-BRANCO doit entrer en contact, au nom du Comité de Travail, avec les planteurs du Mozambique et de l'Angola pour obtenir une documentation sur les chenilles mineuses de la Canne à sucre.

Le Groupe demande que soit entreprise une action contre la pratique du « brûlage » avant ou immédiatement après la récolte; il demande par ailleurs que l'étude biologique et écologique complète de *Proceras sacchariphagus* et de *Trichogramma australicum* soit poursuivie sur les territoires où existent ces Insectes.

Il souhaite que des précisions soient obtenues par la C.I.L.B. sur le statut actuel des Tachinaires asiatiques parasites des *Proceras*.

Enfin il suggère que l'ensemble des problèmes scientifiques et économiques concernant la lutte contre *Proceras sacchariphagus* dans tous les territoires intéressés soit étudié en commun par les Services entomologiques de ces territoires et par les organisations internationales compétentes. (Le compte rendu polycopié n° 58-3 est disponible au Secrétariat général ou au Secrétariat du groupe : professeur VAYSSIÈRE, Muséum national d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier, Paris, 6^e).

RÉUNION DE LA F.A.O. POUR LA LUTTE CONTRE LES PUNAISES DES CÉRÉALES (*Eurygaster integriceps* PUTN. et *Aelia* sp.)

Au cours de la deuxième réunion organisée par la F.A.O. pour lutter contre le « Sunn Pest » (*Eurygaster integriceps*) qui s'est tenue à Téhéran (Iran) du 14 au 23 avril 1958, à laquelle participait notre président, A.S. BALACHOWSKY, en qualité de conseiller scientifique de la F.A.O., la résolution suivante a été votée à l'unanimité :

« Les parasites utilisés jusqu'ici dans la lutte contre le « Sunn Pest »
« sont limités à une espèce : *Microphanurus semistriatus*. Il est souhaitable
« que des recherches soient poursuivies en vue d'étendre ces applications
« à d'autres espèces de parasites et aussi d'utiliser d'autres Punaies
« hôtes pour les élevages de *Microphanurus*. Dans la poursuite très
« spécialisée de ces recherches, il est recommandé aux différents pays
« intéressés à la lutte, de poursuivre une coopération scientifique étroite
« avec la C.I.L.B. »

Les pays signataires de cette résolution sont : la Turquie, l'Iraq, l'Iran, l'Afghanistan et le délégué officiel de la F.A.O., le docteur LOGOTHETIS

MÉMOIRES ORIGINAUX

LITHOCOLLETIS MESSANIELLA ZELLER

(*LEP. GRACILARIIDAE*) :

ANALYSIS OF SOME MORTALITY FACTORS WITH PARTICULAR REFERENCE TO ITS PARASITE COMPLEX

By

VITTORIO L. DELUCCHI

INTRODUCTION AND ACKNOWLEDGMENTS, p. 204.

1 TECHNIQUE OF INVESTIGATION AND METHOD OF INSECT SHIPMENT,
p. 207.

2 *Lithocolletis messaniella* ZELLER, p. 211.

21 History, 22 Host preference, 23 Mine type and ethological
notes, 24 Biology, 25 Damage.

3 THE PRINCIPAL FACTORS OF ENVIRONMENTAL RESISTANCE, p. 219.

31 Climatic factors, p. 219.

32 Relations between Lepidopteron and host plants (321 Migration
to host trees, 322 The reaction of the leaf-tissue
[evergreens], 323 Unknown causes of mortality), p. 222.

33 The parasite complex (331 General considerations, 332 The
parasite complex on each host generation at different
places, 333 The identification of the parasites, 334 The
parasitic species), p. 229.

4 CONCLUSION, p. 265.

5 SUMMARY, p. 267.

*
* *

Introduction

According to a publication of WISE (1953, *a*) blotch mines of *Lithocolletis messaniella* ZELL. were first discovered in New Zealand in February 1951 on leaves of *Quercus pedunculata* EHRH. (= *Q. robur* L.), later on *Castanea sativa* MILL. and moths were subsequently reared from leaves of other plants, especially from other *Quercus* species, *Fagus sylvatica* L., *Betula verrucosa* EHRH., *Carpinus betulus* L., *Feijoa sellowiana* BERG (WISE, 1953, *b*) and *Pyrus malus* L. (WISE, 1954). The insect was distributed 1954 over most of North Island and in the Nelson district of South Island (WISE, *l. c.*) and became a pest in some places. Further food plants and locality records for South Island during the 1954-1955 season were published by WISE in 1955, so that by this year the moth was known to be widely distributed in the country. In addition to this rather rapid spreading of *L. messaniella* in New Zealand it appeared that the host range of the moth was wider than overseas (WISE, 1953, *c*) and that the preimaginal stages of the insect were attacked by only one Chalcidoid parasite (GIVEN, *in litt.*). Decision was taken in 1955 to check the pest by means of biological control methods and research on the project was started in south Switzerland and Italy by our Institute in October 1955.

The results of our observations on the environmental resistance, with particular reference to the parasite complex, have been summarized in the following pages. They are in some respects incomplete, but nevertheless they form the base of a very interesting entomological problem, which cannot be carried out in a short period of time. Investigations on *L. messaniella* have been undertaken between autumn 1955 and spring 1957 with short interruptions, principally in the prealpine region (South of Switzerland and North of Italy) and observations were made and much material collected along the Tyrrhenian coast of Italy (from Livorno till Savona), in the central region of Tuscany (Chianti) and in England (Oxford). We received parasites bred from *L. messaniella* from the Entomological Institute of the University of Sassari (Sardinia) and parasites of other *Lithocolletis* species were reared by our colleagues of the Commonwealth Institute of Biological Control in Feldmeilen (Zürich) towards the end of 1955.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my sincere thanks to Dr. W. R. THOMPSON, Director of the Commonwealth Institute of Biological Control, Ottawa, for the possibility of working on this interesting problem, Mr. B. B. GIVEN, Principal Scientific Officer, Biological Control Section of the Entomology Division, Nelson, N. Z., and Mr. K. A. J. WISE, Plant Diseases Division, Auckland, N. Z., for their kindness

in sending informations and reports during the whole period of investigation; to Messrs G. J. KERRICH, G. E. J. NIXON and R. EADY, Commonwealth Institute of Entomology, London, Dr. M. R. W. DE V. GRAHAM, Hope Dept. of Entomology,

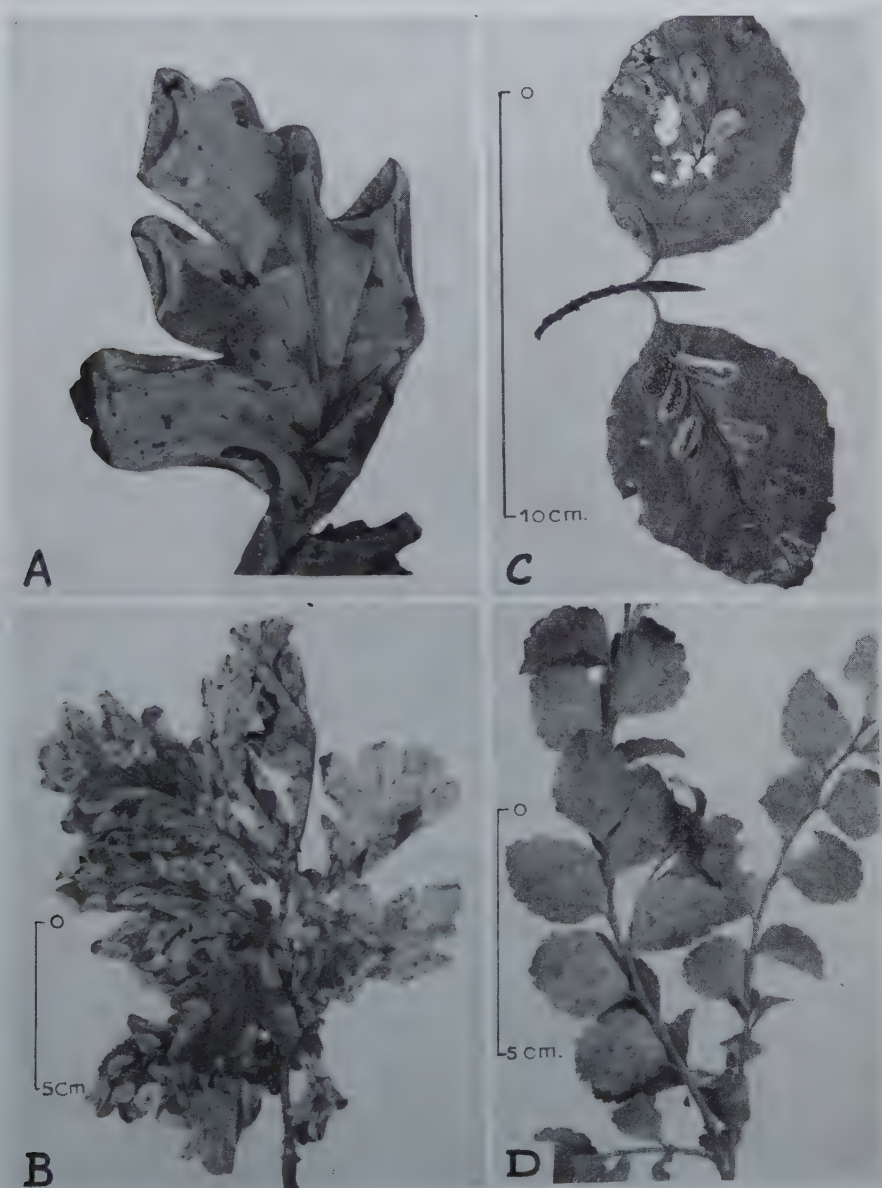


FIG. 1. — Damage by *L. messaniella* ZELL. in New Zealand. A and B, on *Quercus pedunculata* (*Q. robur*), C, on *Fagus silvatica* and D, on *Nothofagus menziesii*. *Nothofagus* with immature mines. (publ. author. by K. A. J. WISE).

University Museum, Oxford, Dr. CH. FERRIÈRE, Natural History Museum, Geneva, for identification of parasites and help in taxonomic work; to Prof. Dr. M. MARTELLI and Dr. G. ARRU, Institute of Entomology, Sassari, now in Milano, for informations about the importance of *L. messaniella* in Sardinia and communication of its parasites; to Prof. Dr. R. CORTI, Institute of Botany at the University of Florence, for indications about distribution of *Quercus suber* in Italy; to Mr. K. CARL, Zoological Institute of the University of Erlangen, Germany, for his assistance during the summer 1956; to Dr. B. M. HOBBY and Dr. M. R. W. DE V. GRAHAM, Hope Dept. of Entomology, University Museum, Oxford, who have kindly revised my English manuscript.

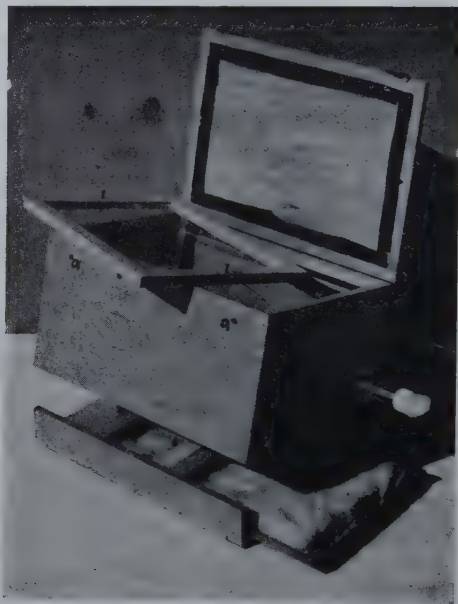


FIG. 2. — Case for mass rearing of *L. messaniella* parasites.

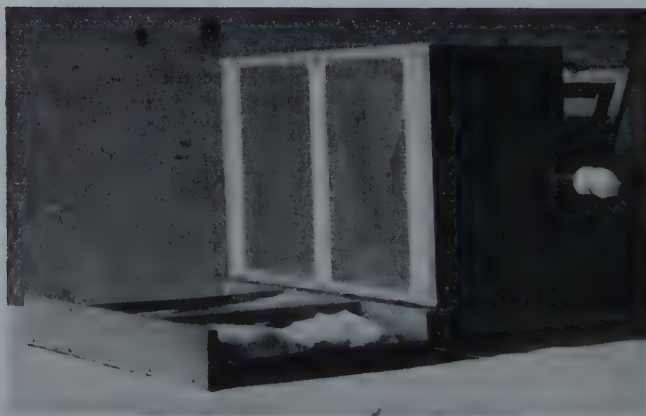


FIG. 3. — Rearing case for *L. messaniella* adults.

1 Technique of investigation and method of insect shipment

Leaf-mines collected in nature and separated according to place, tree and possibly Lepidopterous species were partially confined in rearing cases (about 200-300 mines/case), partially opened and reared separately in order to accumulate data on mortality factors and parasitic species. The rearing case of about $30 \times 20 \times 20$ cm was made by an upper part inverted over a lower one. It had a glass cover for observations placed under a wood cover, a hole in the side with a glass tube for the collection of imagines and a bottom of muslin (nylon); the lower part had a metal container filled with cotton wool and water (fig. 2). The box could be used for the accumulation of imagines to be transported in the field; the wood cover and the under portion of the box were then removed (fig. 3) and the glass tube replaced by another one containing a solution of agar and honey.

The mines opened for observation were isolated in rearing tubes suspended on a water surface (fig. 4, A). The end of the tube near the water surface was closed by nylon, the other end by cotton wool. If the leaf with the mine must be maintained fresh and green, the cotton replaces the nylon and vice-versa and the stalk of the leaf reaches the water in the container (fig. 4, B). On one frame of about 35×25 cm there were about 40 tubes of 2 cm diameter and 10 cm length. During the trip the water of the container was replaced by wet sponge.

Messaniella imagines obtained in the laboratory were used for mass rearings in nature and encaged in small nylon bags of about 60-70 cm length (with 10-15 Lepidopterons, on branches of *Castanea* or *Quercus*) or big nylon sacks of about 2,5-3 m length (with 50-70 imagines, enclosing the whole *Castanea* or *Quercus* bush). After 15-20 days the encaged trees were liberated and the mines exposed to the action of parasites in nature. When a certain number of ptychonomes contained pupae they were collected.

Investigations on *L. messaniella* were principally performed in the so called « region of the Lakes », comprising the south half of Tessin (South of Switzerland) and the confining Italian area and including the lakes Verbano, Ceresio and Lario. In this area we may observe a good number of planted *Quercus suber* L. and *Q. ilex* L. in parks and gardens; the natural wood is rich of *Castanea sativa* MILL. (fig. 5, A) and other deciduous *Quercus* species. Data on percentages of mortality, parasitism, etc. referred in tables almost exclusively concern the southern region of Tessin, where a good portion of the material was collected during the whole year and tests in cages were made. Good and similar work conditions in an area with more typical submediterranean flora were also found on the Tyrrhenian side of the Ligurian Apennines in

Italy. Between these and the northern limit of the natural distribution area of *Quercus suber* we selected three different places in Tuscany. One in Aulla, near La Spezia, where a height with an old castle on the top is entirely covered with a more or less pure wood of *Q. ilex* and the surroundings show numerous trees of *Castanea* and deciduous *Quercus*. A second place was selected in the Chianti near Figline (fig. 5, B and C) on a height side with a more or less pure *Q. suber* wood, mixed with

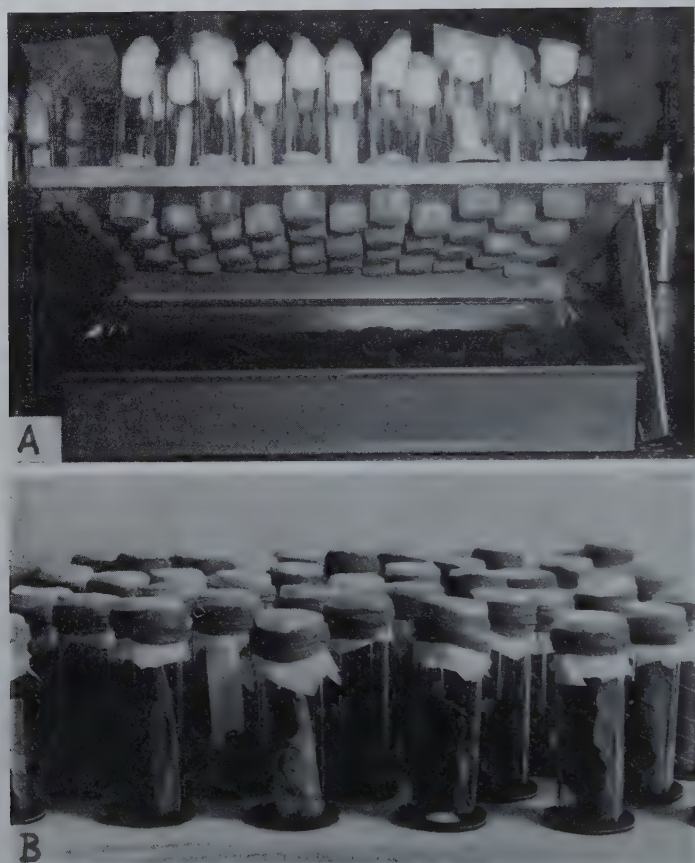


FIG. 4. — Single rearing of *L. messaniella* ZELL.

few *Q. ilex* and *Q. pubescens* WILLD. and with an underwood made up by a « submediterranean flora with sensible subatlantic and boreal penetrations » (CORTI, 1955, a); this underwood is particularly rich of *Viburnum tinus* L., *Erica arborea* L., *E. scoparia* L., *Spartium junceum* L., *Ulex europaeus* L., *Arbutus unedo* L., *Cistus salvifolius* L., *C. monspeliensis*

FIG. 5. — Offshoots of *Castanea* attacked by the last year generation of *L. messaniella* (Tessin) (A) and wood of *Q. suber* at Figline (Tuscany) (B and C).



sis L., *Cytisus* sp., *Dorycnium hirsutum* SER., *Teucrium chamaedrys* L., *Rubia peregrina* L., etc. The third place was fixed at the demesnial forest of Capo Cavallo (Cork Oak Station) near Cecina (South of Livorno), behind the first dunes along the Tyrrhenian sea; *Q. suber* is here the dominant species of the wood, mixed with *Pinus pinaster* SOL., *P. pinea* L. and some *Ostrya carpinifolia* SCOP. (Hop-Hornbeam); the underwood is made up by *Myrtus communis* L., *Ruscus aculeatus* L., *Osyris alba* L., *Phillyraea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Asparagus acutifolius* L., *Rhamnus alaternus* L., *Cistus salvifolius* L., *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L. and by numerous *Smilax aspera* L., *Hedera helix* L., *Rubia peregrina* L., *Clematis flammula* L. and *Lonicera implexa* AITON (CORTI, *in litt.*). Compared with the *suber* wood of Figline, this of Cecina represents a very different milieu; the forest is much more dense and situated on a wet ground.

Parasites of *L. messaniella* have been sent to New Zealand by air mail using wood boxes (fig. 6) employed in the past years, but modified inside according to exigence. The box has been already described in previous papers dealing with biological control projects (DELUCCHI, 1954, b). The leaf-mines were opened under a binocular microscope and *Apanteles* cocoons or *Enaysma* pupae confined in the four frames (fig. 6, B) which filled nearly the whole box. Each frame was closed below with very fine muslin and above with tulle, the meshes of which permitted the issue of imagines (*Apanteles*) during the trip. Drops of agar-sugar-honey jelly on cardboard fixed to the internal walls secured nutrition of the imagines before arrival in New Zealand. The emergence room was closed under the wood cover by a cellophane sheet (also for eventual customs inspections) and separated my muslin from the bottom which was filled with cellulose wadding and wet synthetic sponge. The trip by air from Italy to Nelson lasted 6 to 7 days. Mortality among *Apanteles*, for instance, did not exceed 0,6 % (*teste* Mr. B. B. GIVEN, interim report).

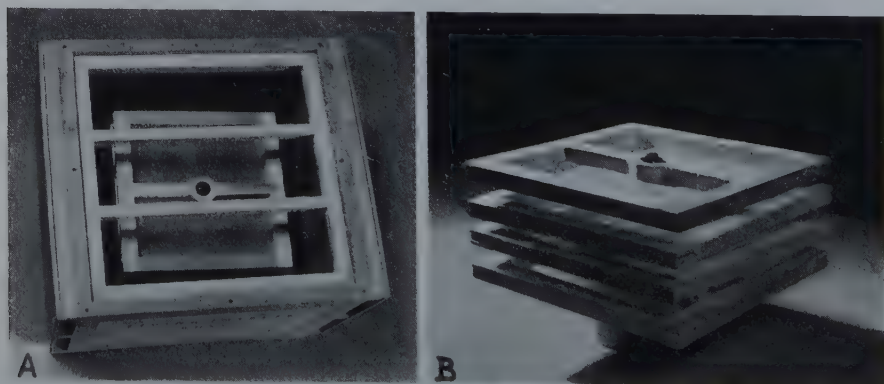


FIG. 6. — Shipping box (A) with frames (B).

2 *Lithocolletis messaniella* ZELLER

21 HISTORY.

L. messaniella was originally described by ZELLER (1846) from imagines collected in Sicily in February-March; the species was bred from mines on *Quercus ilex* L. in England by WESTWOOD and figured at the same time (1846) under the name of *L. (Argyromiges) blancardella* (STANTON, 1857). These records illustrate the wide distribution of the Microlepidopteron over a hundred years ago and it has been subsequently bred or collected in several European countries, especially in the Mediterranean region, and in Asia Minor (STANTON, 1857 and 1859; HEINEMANN, 1877; FREY, 1880; MEYRICK, 1895; REUTTI, 1898; REBEL, 1901; VORBRODT & MULLER-RUTZ, 1914; SUIRE, 1951; etc.). These records suggest that *L. messaniella* covers more or less the same area as *Quercus ilex* L. in Europe and around the Mediterranean. Since ZELLER's original description (1846) the species has been referred once to the genus *Argyromiges* (STANTON, 1848), otherwise it has always been known as a *Lithocolletis* or *Phyllonorycter*.

Regarding its biology, three emergence periods are generally mentioned, viz. April-May, July-August and October-November (cit. authors; JACOBS, 1945), with one winter generation between November and March-April. The principal host plants in Europe recorded in the literature are *Quercus ilex* L., *Q. suber* L., *Q. pedunculata* EHRH. and *Q. sessilis* EHRH., *Castanea sativa* MILL. and *Carpinus betulus* L.; the Microlepidopteron also attacks *Fagus silvatica* L. and other species of the genus *Quercus*. *Q. ilex* is considered the basic food.

22 HOST PREFERENCE.

L. messaniella larvae develop on *Quercus suber* L. (Cork Oak), *Q. ilex* L. (Holly Oak), *Q. sessilis* EHRH. (Durmast Oak), *Q. pedunculata* EHRH. (Common Oak) and on *Castanea sativa* MILL. (Chestnut) in the prealpine and Mediterranean area, therefore on plants belonging to the Fagaceae. This systematic oligophagy of first degree (HERING, 1951) runs sometimes to that of second degree, the development of the larvae occurring also on *Carpinus betulus* L. (Hornbeam, *Betulaceae*) (LHOMME, 1935 —) and perhaps on other species of the same family. The systematic oligophagy of first degree seems to be restricted to the plants mentioned above, though Authors (cited by LHOMME, l. c.) have reared *L. messaniella* from *Fagus silvatica* L. (Beach) and from other *Quercus* species. From *Fagus* we always obtained *L. maestingella* ZELL. (= *faginella* ZELL.) which produces a blotch mine between two lateral ribs. Among *Quercus* species, *L. messaniella* was reared

during our investigations only from *suber*, *ilex*, *pedunculata* and *sessilis* (*); on Oaks with caducous leaves it is generally associated with *L. roboris* ZELL. (common) and other Lithocolletids. *L. messaniella* does not occur on *Quercus pubescens* WILLD. (Pubescent Oak), which is sometimes heavily attacked by *L. distentella* ZELL. and other species of the same genus. The last annual generation of *L. messaniella* has a marked preference for *Castanea* leaves of 1-2 years old shoots which remain green and soft until November; on these shoots, mine development is generally observed on leaves situated on the top. On the contrary, the spring generation of the Lepidopteron seems to have a certain preference for *Quercus* than for *Castanea*, at least in cage rearings. In an *ilex/suber* wood of the Mediterranean region preference is given to *suber*; on the contrary, in the prealpine region and in the northern countries of Europe the attack of *L. messaniella* is always heavier on *ilex* than on *suber*, owing to the physiological state of the Cork Oak in countries with low winter temperatures. In the Mediterranean *ilex/suber* wood, *ilex* bushes only are generally infested by *messaniella* and *ilex* trees appear generally free from blotch mines. It seems therefore that within the group of plants (*Fagaceae*) attacked in Europe by the insect, preference is given to a certain plant species in relation to its physiological conditions and, therefore, to the climate. In the south, host preference is more evident than in the north and Cork Oak may be considered as food base for *L. messaniella*. Although plants other than *Fagaceae* have been mentioned in the literature as hosts of *L. messaniella*, this very reduced pluripotence of the insect in Europe may be considered as abnormal. In a new environment as New Zealand pluripotence is, according to the data published by WISE (see Introduction) and HERING (1955), rather large; but this type of « disjunctive oligophagy » (HERING, 1951) is only apparent, for the main damage in New Zealand occurs on *Quercus suber* during the winter and on *Q. pedunculata* (= *robur*) during the summer. Nevertheless it constitutes an example of increased ecological valence of the species in a new country of introduction.

23 MINE TYPE AND ETHOLOGICAL NOTES.

L. messaniella is a permanent miner which produces stigmatonomes or blotch mines on the underside of the leaves. The new hatched larva starts by forming a flat epidermal linear mine (HERING, 1951) and this type of phyllonome is soon extended to a blotch mine which changes to tentiform type (ptychonome) with a single, very evident

(*) With regard to the Oak names, the point of view of Prof. Dr. R. CORTI (Florence) and other Botanists has been adopted here. For this nomenclature see therefore CORTI (1955, b).

fold, if sap-feeder larvae moult into tissue-feeder. This type of mine is not typical for the species; similar ptychonomes are produced on *ilex* and *suber* by *L. suberifoliella* ZELL. in the Mediterranean area, but the occurrence of this Lithocolletid together with *L. messaniella* in the localities investigated was extremely rare (less than 1 per cent) and could be neglected; they are also produced on *Quercus* species with caducous leaves by *L. quercifoliella* ZELL., *L. delitella* ZELL., *L. harri-sella* L. (= *cramerella* F.), *L. parisiella* WCK. and *L. scitulella* ZELL. and on these plants are generally more numerous than those of *messaniella*.



FIG. 7. — *L. messaniella* ZELL. ptychonome on *Castanea* leaf with empty pupal case. A, light from above; B, light from below.

niella. These different ptychonomes may be sometimes distinguished during the pupal stage of the insect, but single rearings are necessary and statistical data may not be used if mortality occurs.

L. messaniella adults start oviposition some days after emergence. In cages on *Quercus* sp. with caducous leaves oviposition lasts in nature about two or three weeks during summer and the females

lay an average of 45 eggs (with a variation from 29 to 70), calculated on ten cages with a minimum of 7 females per cage for each generation (spring-autumn). The number of eggs appeared something higher in the spring than in the autumn. Oviposition takes longer towards the winter; adult females encaged on *Castanea* shoots October 7th, 1956, were still ovipositing on November 17th and only 50 per cent of the females was dead. Females confined in nylon cages on *Quercus* on October 23rd were still alive at the end of the year, though they received food (sugar, honey and water) during the first three weeks of the rearing period only.

The egg is yellowish and of Lithocolletid type (PRINCIPI, 1953; WATSON, 1956; MARTIN, 1956). Its position on the leaf is not constant; there is a tendency to place it near lateral ribs. Embryonic development was only tested at laboratory conditions (20 °C) and lasts 7 to 8 days. There are generally six larval instars, four of which are of plasmophagous type (sap-feeder) and two of histophagous type (tissue-feeder), as already shown by PRINCIPI (1953) for *L. platani* STGR. This number of larval instars has been recorded as a result of testing a great number of young ptychonomes, but seems rather variable, for in many instances only three exuviae of sap-feeders were obtained. As the determination of the number of first larval instars presents some difficulty and the development of the larva cannot be followed in the mine of *Quercus* or *Castanea*, the apparent difference in the number of exuviae may be due to error. The larval activity of *Lithocolletis* species has already been discussed in recent papers (PRINCIPI, MARTIN, *l. c.*); the only interesting phase of larval life is the second one; this leads to the definition of the mine type and subsequently to a more or less typical process of pupation (GREGOR, 1952), which is common to a restricted number of quercicolous *Lithocolletis* species.

24 BIOLOGY.

L. messaniella has in the prealpine region 5 to 6 generations distributed over the whole year; in the Mediterranean region outside the natural distribution area of the *suber* wood generally one generation more occurs. In the South, where investigations on *L. messaniella* were carried out by Dr. G. ARRU for the Entomological Institute of Sassari, Sardinia (*in litt.*), the number of generations still remains uncertain, owing to their overlapping, particularly during the winter. In the prealpine region it appears rather easy to follow the succession of the single generations through collection of material during the whole year and rearing of *messaniella* in cages under natural conditions. There are two winter generations which generally start late in the autumn and stop early in the spring. From spring to autumn 3 to 4 generations may be observed in the prealpine area (one more in

the South), the number depending on the time of commencement of the *messaniella* spring generation.

We started collecting *L. messaniella* mines about the end of September 1955 on *Castanea sativa*, at first in the prealpine region (Tessin, South of Switzerland; Lombardia, North of Italy), then in the Mediterranean region along the Tyrrhenian coast (Lunigiana, Liguria, Riviera di Ponente, etc., in Italy). At the same time collection of mines of other quercicolous *Lithocolletids* was made and it appeared that *L. messaniella* is the only species emerging in the autumn. All other species collected, as *L. quercifoliella*, *roboris*, *ilicifoliella*, *parisiella*, *delitella*, *distentella*, etc. remained in pupal diapause until the following spring.

Emergence of *L. messaniella* adults

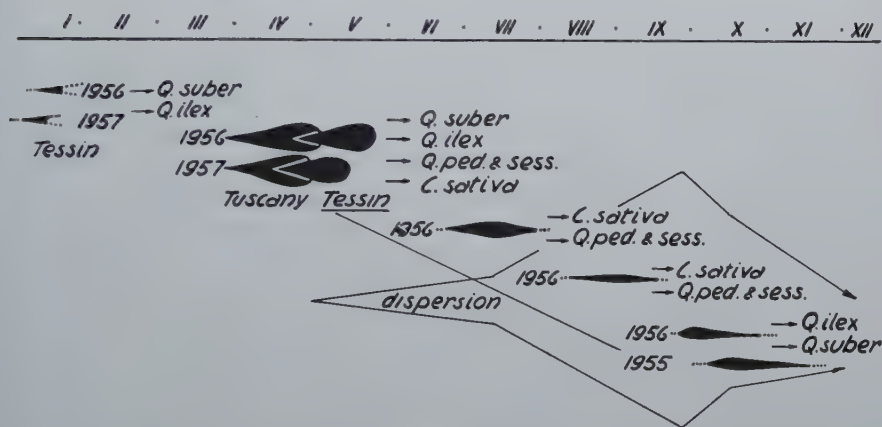


FIG. 8. — Emergence periods of *L. messaniella* ZELL. and host plants (*Quercus suber*, *ilex*, *pedunculata*, *sessilis* and *Castanea sativa*).

The winter generations of *L. messaniella* take place on *Quercus suber* and *Q. ilex*. Among the evergreens mentioned by WISE (1953, b), some of which (planted) exist in our regions (Tessin) and are infested by *L. messaniella* in New Zealand, *suber* and *ilex* are the only species which shelter *messaniella* larvae during the winter. In 1955, eggs and sap-feeders of *messaniella* were observed in November-December in Aulla (Lunigiana) and in Tessin. The greatest density per infested leaf was noted in Trevano, near Lugano (Tessin), on old *Q. ilex*: 8 sap-feeders and two eggs. Infestations on evergreens in the prealpine region appeared at the beginning very high, 34 to 66 per cent of the tested leaves being attacked by *messaniella*. The first tissue-feeders were collected at Bissone (Tessin) at the beginning of January. Tissue-feeders were very rare during this month; they completed their development and produced the second generation in March. The greatest

part of the *messaniella* population reached in February the third and fourth larval instar only and could not produce ptychonomes (see chapter on mortality). The second winter generation occurred in 1956 in March and following month. At the beginning of April 50 per cent of the *messaniella* population reached the pupal stage in Figline and Cecina (Tuscany) and emergence of adults started at the same time continuing until the middle of May. In the prealpine region the first *messaniella* pupa was observed at the beginning of April and at this time about 80 per cent of the *messaniella* population reached the 5th and 6th larval instar. Emergence of adults started about three weeks later and stopped towards the end of May. On April 23rd no pupae of *messaniella* were yet noted in ptychonomes on *ilex* or *suber* in Oxford (England); towards the middle of May nearly 3/4 of the *messaniella* population reached at this place the pupal stage and emergence of adults started, continuing until the beginning of June.

Abnormal winter conditions produced in 1956 a considerable delay in the second winter generation and in the following ones, so that in the prealpine region the number of generations during spring and summer was reduced and the first winter generation already started in October. Sap-feeders of first, second and third instar were found about the end of November and pupae observed in January 1957. Winter conditions remained more or less normal, so that second generation started already in January and 12 per cent of the larval population reached the 5th and 6th instar towards the end of February. Difference in the development between prealpine and Mediterranean region was no great at that time. March 9th we observed in Figline (Tuscany) ptychonomes of *messaniella*, 5 per cent of which contained pupae; between March 25th and 28th the number of pupae was about equivalent to that of tissue-feeders and emergence of adults started (Fig. 11). In the prealpine region beginning of emergence occurred about 10 days later.

It appears from the data mentioned above that between the Alps and the natural distribution area of the *suber* wood two *messaniella* generations develop between November-December and March-April and each generation lasts about three months. In more northern countries as England, development of these generations would take longer, probably between October and May. In the prealpine region, during the first winter generation few individuals reach the adult stage towards January owing to the high larval mortality, so that emergence of adults generally escape. On the contrary, during the second winter generation the *messaniella* population reaches such a density which can no more be observed during the others.

Leafing of *Quercus sessilis*, *Q. pedunculata* and *Castanea sativa* in the area investigated began in 1956 towards the end of April, in 1957 two weeks earlier, and *messaniella* adults partially migrated to these

trees. The concentration of the *messaniella* population on *ilex* and *suber* during the winter and the subsequent migration to deciduous *Quercus* and *Castanea* in the spring was very evident in the prealpine region and in the northern Mediterranean area, south of which (natural *suber* wood) the behaviour of the insect could not be followed (Dr. G. ARRU, *in litt.*). In Tuscany, for instance, we chanced to collect one *messaniella* ptychonome in a single day's work in the natural *ilex* wood (end of March, 1956), while many thousand of mines were found in Aulla (Tuscany) some days later, where a residue of the natural *ilex* wood remains isolated round an old castle. The same consideration applies to the *suber* wood of Figline and Cecina (Tuscany) which represents a residue of the old primitive *suber* wood in Italy and constitutes a good reserve of *messaniella* during the winter, conditioned by the host preference of the Microlepidopteron. The migration of *messaniella* adults to *Castanea* or *Quercus* with caducous leaves is only partial; some of the *messaniella* adults oviposit again on *ilex* and *suber* leaves in April-May and complete the spring generation on them. The migration takes place within a small area, the distance covered by *messaniella* adults being rather short, perhaps some hundred meters. The density of the *messaniella* population on host plants with caducous leaves mentioned above depends upon the number of host plants and the number of *messaniella* adults leaving the *ilex* and *suber* place. In Bissone (Tessin), where the wood around the *ilex* bushes is made up by *Robinia pseudacacia* (Locust tree) mixed with few *Castanea* trees and small *Quercus* bushes, the density of the *messaniella* population on the latter appeared relatively high. The same, for the same reasons, was observed at Castagnola, near Lugano. Emergence of adults of the spring generation started July first (1956), became more and more frequent till July 7th and remained stationary until July 17th. The spring generation was practically completed before the end of the month. At the same time as *messaniella* the other quercicolous *Lithocolletis* species with winter diapause completed the first generation of the year.

The following, summer generation of *messaniella* takes place on *Castanea* and *Quercus* species with caducous leaves only. Ptychonomes were collected at the beginning of August (1956) and emergence of adults started in the prealpine area on August 10th. The majority of the adults emerged between August 15th and 25th and the summer generation was finished at the beginning of September. During this period we observed a strong tendency on the part of *L. messaniella* to disperse and consequently there was a strong decrease of the population density. Areas with young *Castanea* shoots placed farther than 3 or 4 km. from the nearest *ilex* locality appeared at that time free from *messaniella* damage.

The first ptychonomes with *messaniella* pupae of the following

generation were collected 1956 on September 12th in Castagnola, near Lugano, but the greatest number of them was found towards the end of the month. Emergence of adults was observed beginning from September 15th and adults were obtained in numbers during the first 10 days of October. According to the data stated above, the development of the *messaniella* generation during the summer lasts, in nature and in the prealpine area, about 40 days. Compared with 1955, this *messaniella* generation took place rather early and migration of imagines to *suber* and *ilex* already occurred at the beginning of October. The conditions prevailing in 1956 must be regarded as abnormal; the rather cold February and April in the whole prealpine and Mediterranean regions caused a considerable delay on the development of the spring generation and consequently an asynchronism between the last annual generation and the development of the host plants, especially *Castanea*.

Under favorable conditions (as 1955) four *messaniella* generations may occur in the prealpine area from April to November, the first of which in the spring, the following two in the summer and the last in the autumn.

25 DAMAGE BY *L. messaniella*.

In the prealpine region damage caused by *L. messaniella* is sometimes evident on *Quercus ilex* and *Q. suber* during the second winter generation of the insect only, rarely (under normal winter conditions) during the first one. Small flat epidermal mines may be rather numerous on *suber* or *ilex* (till 7-8 per leaf), but mortality of sap-feeders on evergreens is generally high and one to two pychnomes per leaf attacked is the rule. More pychnomes per leaf rarely occur. On plants with caducous leaves, one pychnome per leaf is the rule. In the Mediterranean region the mine density per leaf attacked is not higher than in the more northern countries and in the natural wood of evergreens the damage appears less evident, owing to the much lower density of the *messaniella* population during the winter.

As available data for *messaniella* damage we may mention that during October 1955 (last annual generation of the insect) it was possible to collect in Tessin, Lombardia, Lunigiana and Riviera di Ponente (this means from the Alps to the Tyrrhenian coast) about 3-4000 mines on 2-3 years old *Castanea* shoots, therefore an average of 150-200 mines per day, which may be called a good average during the generation mentioned. Between March 8th and April 8th, 1957, we collected at Figline (Tuscany) in a residue of the primitive *suber* wood, composed of some hundreds of *suber* trees, about 25'000 pychnomes of the second winter generation.

Damage in New Zealand seems to be of quite different importance, for 20-30 mines per leaf have been observed on *Quercus pedunculata*

(= *robur*), which number increased in some localities to 80 (fig. 1). *Quercus suber* seems the most heavily infested tree at the end of the winter and carries as many mines as the leaves can accommodate (Mr. B. B. GIVEN, *in litt.*). A considerable difference exists therefore between the damage in New Zealand and that caused in our regions, this probably depending upon the mortality factors we shall analyse in the following pages. In our regions, outside the natural distribution area of the evergreens concerned, slight damage is noted sometimes as consequence of the concentration of the *messaniella* population during the winter, but this damage is always less important than that caused by other organisms, especially by fungi.

3 The principal factors of environmental resistance

31 CLIMATIC FACTORS.

Among the most evident causes of mortality on the *messaniella* population in the prealpine area (where investigations were principally conducted) we may first consider the climatic factors, particularly hail and wind, which are generally connected. These two elements have practically no importance during the development of the winter generations of the host on *Quercus ilex* and *Q. suber*. During the winter, the climatic factor which may become an indirect cause of mortality is the low temperature of January and February, which will be considered in connection with the reaction of the leaf-tissue. The winter 1955/1956 was abnormally cold in the whole prealpine and Mediterranean region. In Lugano (Tessin), for instance, an absolute minimum of $-10,8^{\circ}\text{C}$ ($= 12,6^{\circ}\text{F}$) was registered in February and the monthly average was as low as $-1,3^{\circ}\text{C}$ ($= 29,7^{\circ}\text{F}$). Compared with the average 1926-1955 of $+3,5^{\circ}\text{C}$ ($= 38,3^{\circ}\text{F}$) or with the temperature registered at Oxford, England, for the same period (absolute minimum of $15,9^{\circ}\text{F}$ and February average of $30,4^{\circ}\text{F}$), the data mentioned for Lugano appear very abnormal. These low temperatures affected the *suber* and *ilex* trees, sometimes seriously, and in many cases caused a drying up of the leaf apices and margins and subsequently a considerable loss of turgidity of the whole leaf. This hindered sap-feeders and tissue-feeders from developing their mines or feeding on parenchymatic tissue.

During the spring generation of the host a calculation of the mortality of *messaniella* on deciduous *Quercus* or *Castanea* caused by wind and strong rain (no hail) was made using the material in cages. The cages were removed on June 7th and the mines exposed to parasites. After this date, strong wind was registered on June 19th, 21st, 22nd and 24th and the material was tested in the laboratory on July 7th. Results obtained are mentioned in table n° 1. These two cages were the only ones where we separated empty or damaged larvae from those containing dead larvae or pupae. During this period of investi-

gation, with exception of the material in the two last cages removed, we did not distinguish these two aspects of the problem. In every case we noticed that the percentage of dead larvae or pupae + empty or damaged mines together was considerably higher on *Castanea* than on *Quercus*. Mines on *Castanea* leaves were more easily destroyed by the action of the wind.

During the following generation of the host we had two hail storms between August 8th and 24th (period of collection), the first one on August 11th and the second on August 22nd. During this period the wind was rather strong on August 12th and in the night of August 21/22. Before this we had hail on July 28th, August 1st and 5th and wind on August 3rd and 5th, which must be considered in relation to the cage material, exposed to parasitism beginning on July 28th. Results obtained are condensed in table n°. 2. The percentage of mines damaged on *Castanea*, with exception of the rearing in Bissone (locality n°. 2), varied between 52,1 and 90, on *Quercus*, with the exception of the rearings in Maroggia (locality n°. 8) it varied between 32,2 and 62. Even if the difference between the two minima and the two maxima (*Castanea* and *Quercus*) is smaller than during the previous host generation, the results again show that mines on *Castanea* leaves were more easily destroyed by hail and wind than those on *Quercus*. At a given place, the percentages of damaged mines were very similar for different cages or for two collecting periods during the same host generation. Cages in localities n°. 2 (Bissone) and n°. 8 (Maroggia) were built in a very protected area and the action of climatic factors was consequently rather weak, percentage varying between 15,1 and 26 on *Quercus* and being 20,9 on *Castanea*. The cause of the high mortality among sap-feeders in Bissone (*Castanea*) is unknown; a great number of mines showed very small holes (like stings) and mortality was very probably due to other factors than climate. One branch of *Quercus* with *messaniella* mines remained encaged in Maroggia until the adults emerged. It was, therefore, partially protected against hail, strong wind and rain. About 60 % of the *messaniella* population reached the imaginal stage, which explains clearly enough the importance of climatic factors. In other cages in the same locality (Maroggia), the material of which was exposed to natural conditions, a maximum of 36,5 % of living, non-parasitized larvae or pupae was observed; parasitized and non-parasitized individuals together formed 57,9 % of the *messaniella* population. This figure approaches the one mentioned above, owing to the protected area where the cage was placed. In other, unprotected places the percentage of parasitized and non-parasitized individuals varied between 3 (locality n°. 9) and 36 (Mt. Bré).

With regard to the last generation of the host in 1956, calculation of data was made only on reared material (cages on *Quercus*). This

material was exposed to natural conditions (with exception of the 9th cage) beginning September first; the last cage was removed on October 15th. During this period we had hail on September 3rd and October 5th and strong wind on the same days and September 13th. Results obtained are mentioned in table n°. 3. Here again there is an evident influence of climatic factors. In the same locality (n°.8) we observed 3,2 % of empty or damaged mines on *Quercus* branches protected by nylon cages (n°. 9) and 45,8 or 51 % on unprotected ones (n°. 7 and 8). It should be mentioned here that in the first case, where parasitism could be avoided, 91,8 % of the *messaniella* population was alive as the cage was removed and that 61 % reached the pupal stage; in the other cases living material (parasitized or not) did not exceed 16,5 or 38,4 %. The damaged mines observed on the branch with cage n°.4 are probably due to other causes than hail and wind. Cage n°. 4 was situated near the soil and 98 % of the mines were damaged; cage n°. 5 was situated on the same tree, but one meter higher and showed 81,2 % of damaged mines; cage n°. 3 was placed on the top and the percentage was lower. The average of destroyed or dead material is, as we see from the table, always high and a good percentage is evidently conditioned by the action of climatic factors. In several cases we found mites in damaged mines, but the presence of them must be regarded as secondary, according to tests made in the laboratory by our colleague K. CARL, particularly interested in this field.

In normal years and under natural conditions, the influence of climatic factors on the last *messaniella* generation is less, a great part of the *messaniella* population being concentrated on *Castanea* offshoots and the population density much lower than in cages. We may remember here that in normal years (1955 and 1957) the last annual generation of *messaniella* occurs later than in 1956 (table n°. 3) and the action of climate is more reduced in October than in August or September.

TABLE n°. 1

Influence of climatic factors on the spring generation of the host
(1956, Tessin, cages)

Loc. nº.	Plant species	Percentages related to the whole <i>messaniella</i> population					Total of both per- centages
		Mines empty or damaged	Dead host stages				
			Sap- feeders	Tissue- feeders	Pupae	Total	
1	<i>Quercus</i>	13	13,5	10,8	—	24,3	37,3
1	<i>Castanea</i>	27	23,0	22,0	1,5	46,5	73,5

TABLE n°. 2

Influence of climatic factors on the summer generation of the host (1956, Tessin), in nature (*) and in cages (**)

Loc. nº.	Plant species	Percentages related to the whole <i>messaniella</i> population					Total of both per- centages
		Mines empty or damaged	Dead host stages			Total	
			Sap- feeders	Tissue- feeders	Pupae		
4	<i>Castanea</i> (*)	56,5	9,8	—	—	9,8	66,3
5	»	90,0	2,0	1,2	—	3,2	93,2
6	»	52,1	11,1	2,8	—	13,9	66,0
2	<i>Castanea</i> (**)	20,9	56,0	5,0	—	61,0	81,9
8	<i>Quercus</i> (**)	26,0	26,0	1,7	—	27,7	53,7
8	»	15,1	25,3	2,0	—	27,3	42,4
10	»	32,2	41,5	0,8	0,3	42,6	74,8
10	»	47,7	27,8	—	—	27,8	75,5
9	»	62,0	35,0	—	—	35,0	97,0

TABLE n°. 3

Influence of climatic factors on the last annual generation of the host (1956, Tessin); *Quercus pedunculata* only, in cages

Loc.	Cage	Percentages related to the whole <i>messaniella</i> population						
		Mines empty or damaged			Dead host stages			Total of both per- centages
		Sap- feeders	Tissue- feeders + Pupae	Total	Sap- feeders	Tissue- feeders + Pupae	Total	
nº.	nº.							
1	3	27,6	20,0	47,6	8,6	2,3	10,9	58,5
1	4	80,0	18,0	98,0	0,4	—	0,4	98,4
1	5	78,0	3,2	81,2	2,7	1,2	3,9	85,1
1	6	65,5	12,0	77,5	2,1	0,6	2,7	80,2
8	7	21,5	24,3	45,8	28,0	1,7	29,7	75,5
8	8	21,0	30,0	51,0	18,8	10,0	28,8	79,8
8	9	0,8	2,4	3,2	3,2	0,8	4,0	7,2
10	10	40,0	15,7	55,7	24,2	0,4	24,6	80,3
9	11	45,5	9,5	55,0	44,5	—	44,5	99,5
9	12	28,0	36,8	64,8	34,3	—	34,3	99,1
1	13	26,3	34,3	60,6	11,5	3,3	14,8	75,4
1	14	12,8	30,6	43,4	8,9	4,5	13,4	56,8

32 RELATIONS BETWEEN LEPIDOPTERON AND HOST PLANTS.

321 *Migration to host trees.*

An important factor of mortality is connected with the migration of the *messaniella* adults from one plant species to another, especially

in October-November during the return of *messaniella* adults to the evergreens. Adults emerging from ptychonomes of the second winter generation partially migrate, in the prealpine region, to deciduous trees. This migration is easy to follow, because nearly all *Quercus ilex* and *Q. suber* are located in gardens and parks along the lakes. *Messaniella* mines of the spring generation (June-July, 1956) were found on *Quercus* and *Castanea* in the only surroundings of the evergreens and the density of the population on deciduous trees was, at that time, relatively high. The distance covered during this first migration process is therefore reduced. The adults emerging from ptychonomes of the spring generation show a marked tendency to disperse; the new distance covered by the adults in July-August 1956 could not be tested accurately, because the density of the population became very low and the discovery of the most distant mine (from the nearest *ilex* place) presented serious difficulties. Nevertheless we knew the collecting places of the last generation of 1955 and noted that these places could be reached in 1956 only by the adults of the autumn generation (the 5th) in September, in 1957 by those of the same generation in August, which means that in mountainous country *messaniella* needs two generations to cover a rather short distance of some kilometers. This distance may certainly vary, depending upon the possible transportation of *messaniella* adults, but places with *Castanea* offshoots — on which the last generation is concentrated — are exempt from *messaniella* attack if located far enough from the evergreens on which the winter generations occur. The decrease of the *messaniella* population density on *Castanea* in relation to the distance from the evergreen *Quercus* and to the isolation of the *Castanea* offshoot-place is generally evident and to a certain degree proportionate to the number of old mines (summer generation) found on the same offshoots during the autumn. Our opinion is that *messaniella* adults emerging from the last generation of the year are no longer able to reach the *ilex* and *suber* trees from which the spring generation started, with the exception of those emerging within a certain area around the evergreens. A good percentage of *messaniella* adults is, therefore, eliminated before oviposition. This is shown by the fact that the number of individuals surviving to oviposit on evergreens in October-November, though based on estimation, constitutes a small fraction of the adults emerging from ptychonomes on *Castanea* offshoots within a certain area. In the Mediterranean region, where *Q. ilex* and *Q. suber* are much more abundant, this mortality factor has perhaps less importance.

322 *The reaction of the leaf-tissue (evergreens).*

Another important mortality factor is the reaction of the leaf-tissue to the larval activity. The analysis of this factor would constitute a special field of investigation, strictly related to climate and

physiology of the tree. The problem is complicated by the fact that the systematics of *Quercus ilex*, on which our winter observations were particularly based, has not yet been clearly established. According to Prof. Dr. R. CORTI (*in litt.*), Florence, in the Mediterranean region many types of *Quercus ilex* wood exist where the *ilex* trees present different ecological exigences and where it might be easier to differentiate *ilex* forms physiologically, than by doubtful morphological characters. In some localities, leaves of (planted) *ilex* bushes or trees do not react with the same intensity to the *messaniella* attack, probably owing to the different physiological status of the tree (or bush) considered. Hence the development of the *messaniella* population sometimes appears very irregular under the same climatic and edaphic conditions.

The reaction of the leaf-tissue is generally indicated by a layer of necrotic cells around the mine. The formation of this necrotic area always starts on the upper leaf surface at the place corresponding to oviposition. At this point the necrotic cells are very dark-brown. The reaction has a certain « direction » more or less following the larval activity along the mine border. The layer of necrotic cells remains very thin, the central part of the blotch mine (upper surface) slowly changing in colour through pale-green or silver-green to pale-brown, and the parenchyma dies. On the under surface of the leaf, the mine appears normal.

Three main possibilities arise from this reaction process :

a) *The tissue reaction may be very rapid* and the mine, independently from its dimensions (fig. 9, A-D), is closed by a ring of necrotic cells; the larvae can feed no more and die. This case is particularly frequent in very young mines containing first or second instar larvae. The activity of the newly hatched larva may even be stopped before the larva enters the leaf-tissue with its whole body (on *Q. ilex*, prealpine area, winter 1956). The reaction process may also cause the death of tissue-feeders, though rather seldom (on *Q. suber*, prealpine area and Tyrrhenian coast, winter 1956).

b) *The reaction is not very rapid*, the larva can escape before formation of the ring of necrotic cells and produces a contiguous mine (fig. 9, E). This kind of reaction process may be considered as a modification of a), though the result may be as in c). The contiguous mine has generally slight reaction symptoms (discoloration) and the larva may only survive if it matures before the parenchyma dries.

c) *The reaction of the tissue is « normal »*, this means some necrotic cells form on the upper leaf surface, corresponding to the oviposition site, but this necrotic area is generally so reduced, that no discoloration of the young mine (with sap-feeders) appears. Nearly all blotch-mines on *Q. ilex* and *suber* containing healthy larvae of winter generations present this kind of tissue reaction, which may, therefore, be considered

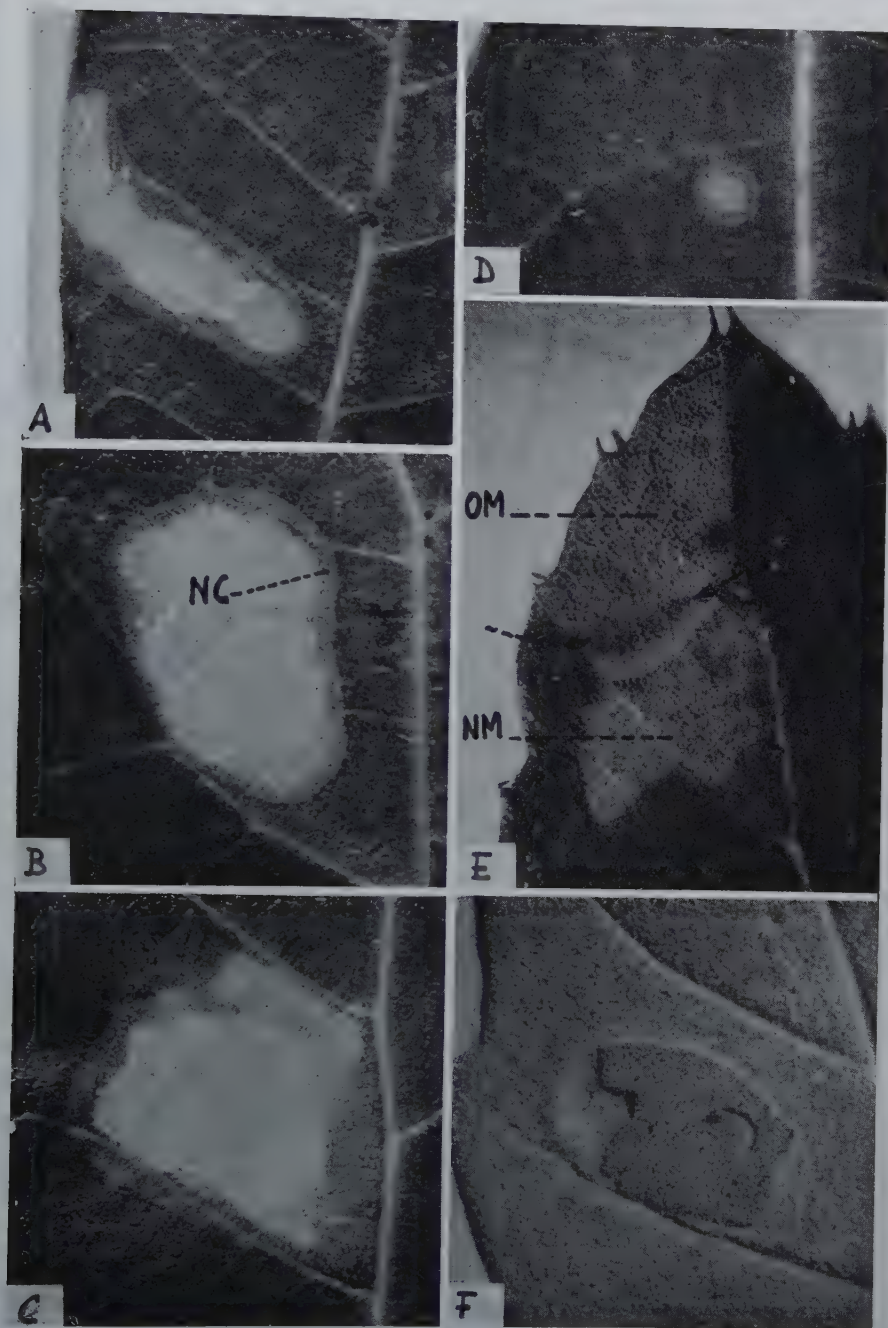


FIG. 9. — Tissue reaction and discoloration process on leaves of *Quercus ilex*. A to D, reaction of a-type; E, reaction of b-type; F, dead sap-feeder on dried parenchyma. NC, necrotic cells; OM and NM, old and new mine.

as « normal » under climatic conditions pertaining outside the natural distribution area of *ilex* and *suber* wood.

The cell degeneration along the mine border and the damage to the parenchyma occur with different intensities at different places or on different trees in the same locality. The resulting larval mortality may not be considered, therefore, as simply conditioned by the reaction of the trees, but as resulting from the interrelationship of environmental factors (climatic, edaphic, etc.) and ecological requirements of the plants. Among the first mentioned, low temperatures seem to be the most responsible factor for larval mortality caused by cell degeneration, being more intensive during the cold period of the winter and higher in the prealpine region than in the Mediterranean one. Mortality among the whole *messaniella* population was 38 % on *Q. ilex* at Bissone (Tessin) at the end of February 1957 and less than 1 % on the same plant specie at Figline (Tuscany) towards the middle of March; at this locality, cell degeneration was only evident near the oviposition site and, with few exceptions, always present. At the beginning of March 1956, mortality of sap-feeders on *suber* was 95-98 % in the prealpine region (table n°. 5) after an abnormally cold winter period during February. This nearly 100 % mortality on *suber* must be regarded as exceptional, but gives a good base of comparison with the percent observed on *ilex*, which did not exceed 77. In 1957, after a rather normal winter period, we noted at Figline (Tuscany) 2-5 % mortality of the second winter generation of *messaniella* on *suber*. This differed from the mortality on *ilex* (less than 1 %), but the *suber* wood of Figline was outside the natural range of this plant in Italy. The data registered for mortality on *suber* in the prealpine region must be connected with the high sensitivity of this plant species to low temperatures. These cause a premature aging of the *suber* leaves, coinciding in February with the presence of sap-feeders in the mines. Thus the ecological requirements of the host plants are important for the explanation of winter mortality. This is also proved by the fact that the leaf-tissue of certain *ilex* individuals may show a more intensive reaction process than that of others at the same place. Many *ilex* bushes are able to react against larval activity in such a manner that nearly 100 % mortality results, whereas the number of dead larvae appears reduced on other bushes which are in better physiological conditions (growth, soft leaves, etc.). A further fact is that tissue reaction is even noted during the spring generation of the host, when temperature may no more be considered a mortality factor. Tests on *suber* in June 1956 showed 75 % mortality (Lugano). At the same time mortality on new *ilex* leaves reached in Bissone (Tessin) 56,5 % and the cell degeneration process was noted again at this place in November 1956.

For these reasons it may be concluded that, outside the natural distribution area of the evergreens considered, the unfulfilled ecological

TABLE n°. 4

Mortality caused by the reaction of the leaf-tissue on *messaniella* larvae
(Tessin, 1956)

Date	Leaves attacked %	Mines /leaf g	Maximal density /leaf (*)	Host stage %				Mortality % (**)	
				Eggs	Sap-feeders	Tissue-feeders	Pupae	Sap-feeders	Tissue-feeders
a) <i>Quercus suber</i> (tree)									
3-I....	49,0	1,5	3,0	30,0	70,0	—	—	10,8	—
1-II....	24,1	1,5	2,0	6,0	86,0	8,0	—	30,0	—
1-III ..	23,8	1,1	2,0	1,0	98,0	1,0	—	95,0	—
6-IV...	28,0	1,1	2,0	—	74,2	25,8	—	69,0	16,0
b) <i>Quercus ilex</i> (tree)									
1-I....	56,0	1,9	10,0	27,5	72,5	—	—	34,4	—
2-II....	35,0	2,1	5,0	18,6	81,4	—	—	22,8	—
2-III ..	40,0	1,2	7,0	20,6	79,4	—	—	69,0	—
c) <i>Quercus ilex</i> (bushes)									
2-I....	34,0	1,2	3,0	12,5	77,5	10,0	—	15,0	—
3-II....	24,0	1,4	3,0	13,0	85,0	2,0	—	25,0	—
3-III ..	27,0	2,0	4,0	10,0	90,0	—	—	60,0	—

(*) Incl. eggs.

(**) Related to the *messaniella* population, excl. eggs.

TABLE n°. 5

Mortality caused by the reaction of the leaf-tissue on *messaniella* at beginning of March, 1956 (Tessin)

Locality and plant sp.	Leaves attacked %	Host stage %				% of mortality related to population	% of mortality related to sap-feeders
		Eggs	Sap-feeders	Tissue-feeders	Pupae		
Lugano (<i>suber</i>) ..	23,8	1,0	98,0	1,0	—	95,0	96,8
Riva S. V. (<i>suber</i>) ..	n. c.	2,0	98,0	—	—	98,0	100,0
Trevano (<i>ilex</i>) ...	40,0	20,6	79,4	—	—	69,0	86,9
Bissone (<i>ilex</i>) ...	27,0	10,0	90,0	—	—	60,0	64,4
Gentilino (<i>ilex</i>) ...	n. c.	—	100,0	—	—	77,0	77,0

needs of the host plant may constitute an important mortality factor, which is reinforced by the influence of temperature on the development of the *messaniella* larvae. As survival of *messaniella* larvae seems to depend upon the rhythm of their development and from the rapidity of the reaction process [see a) to c)], temperature may be detrimental to the first and favours the second, and become the decisive mortality factor. Mortality caused by tissue reaction is generally low at the beginning of winter, increases during this season and occurs practically only among sap-feeders (*ilex*), very seldom among tissue-feeders (*suber*). As temperature generally falls in January or February, mortality of *messaniella* larvae is generally high and few individuals reach the adult stage to produce the second winter generation.

323 *Unknown causes of mortality.*

Except the parasite complex, the different causes of mortality on the *messaniella* population during the good season on deciduous trees are rather difficult to analyze. In nature, the first difficulty arises with the attribution of damaged material to mechanical (climatic) factors, because the death for other reasons of the larva or of the pupa may be primary and the mine destruction secondary. So the percentages listed in the tables n^o. 1 to 3 may sometimes appear incorrect or approximate, though the total percentage remains invariable. In the accompanying tables mines with broken epidermis, with or without larva of sap-feeder stage or without larva of tissue-feeder stage have been recorded as damaged. Tissue-feeding larvae are generally able to repair the damaged ptychosome if the split in the epidermis does not open to widely. Dead larvae or pupae in mines are generally mouldy and the action of different mortality factors (stings of parasites, fungi, etc.) cannot be distinguished. Contrary to the observations on *Quercus ilex* or *suber*, where the tissue reaction of the leaf causes the drying up of the parenchyma, on deciduous trees epidermal mines with dead larvae generally contain a dirty brownish liquid substance which may be derived from the leaf vessels. The causes of this mortality remain unknown. As this question needs further investigation, the results of our research are condensed in tables 1 to 3 without comment. It must only be emphasized that the figures of these tables, and especially those referred to the last generation of the year, are theoretical, being the density of the *messaniella* population in nature and much lower than in cages with reared material and a different host substrate (*Castanea* offshoots). For unknown reasons the mortality on *Castanea* offshoots varied in 1956 between 6 and 25 % (related to the whole *messaniella* population) and in 1957 it did not exceed 10 % (maximum in one single place); 1956 mortality especially affected sap-feeders, 1957 particularly the pupae. In table n^o. 2 the differences between mortality in nature (*) and in cages (**) are evident. As

pointed out above, damaged mines are not always primarily attributable to the influence of climate, but other unknown reasons have also to be considered.

33 THE PARASITE COMPLEX.

331 *General considerations.*

All parasitic species bred from *L. messaniella* belong to the Hymenoptera. No predators were noted. The list of the species reared in Europe during our investigations (1955/1957) is the following :

Ichneumonoidea

Ichneumonidae

Mesochorus convexicollis THOMSON

Gelis sp.

Braconidae

Apanteles circumscriptus NEES

Chalcidoidea

Eulophidae

Achrysocharis formosa WESTWOOD

Atoposomoidea diallus WALKER

Atoposomoidea pulchra MASI

Atoposomoidea unifasciata FOERSTER

Atoposomoidea unipuncta (NEES) THOMSON

Cirrospilus elegantissimus WESTWOOD

Closterocerus trifasciatus WESTWOOD

Elachertus inunctus NEES

Enaysma parva DELUCCHI

Enaysma splendens DELUCCHI

Epilampsis coxalis DELUCCHI

Epilampsis gemma WALKER

Epilampsis tadici DELUCCHI

Eulophus padellae RATZBURG

Omphale sp. (?n. sp.)

Pediobius linus WALKER

Pnigalio pectinicornis LINNE

Sympiesis sericeicornis NEES

Tetrastichus xanthops RATZBURG

Encyrtidae

Agéniaspis ?atricollis DALMAN

The importance of these species in the control of *L. messaniella* depends upon the season and upon the region. With regard to the first point we may distinguish three important periods : the winter host generations, with the prevalence of *Apanteles circumscriptus* and *Sympiesis sericeicornis* NEES, two very common palaearctic Microhymenoptera; the spring and summer generation with *Achrysocharis*, *Atoposomoidea* and *Tetrastichus* as dominant species, with which *Eulophus* may be associated; the last generation of the host, with *Enaysma splendens* DELUCCHI and *Pediobius linus* WALKER and sometimes *Atoposomoidea unifasciata* FOERSTER prevalent. Regarding the second point, our research on the parasites could not be undertaken throughout the year in all localities. A basis for comparison was only established during the second winter generation of the host, by

collecting material on evergreen *Quercus* species at Cecina (1956), Figline (1956/1957), Aulla (1956), Tessin (1956/1957) and Oxford (1956). Another attempt to study the distribution of the parasitic species was made during the last generation of the host in 1955, but the area investigated was more reduced and extended between Tessin and the Ligurian Apennines only. Data about this are explained under 332. Differences in the parasite complex are very evident during the second winter generation of the host, owing to the different climatic conditions of the places considered. *Pnigalio pectinicornis* L., for instance, attacking *messaniella* larvae in March in Central Italy, starts its activity in the prealpine area on the following spring host generation only.

Considering both points together, a certain number of species constitute a basic nucleus with which other parasites may be associated. This nucleus includes those species which have revealed a certain importance against at least one host generation and may be considered, therefore, as the base for biological control against *L. messaniella*. To it belong *Apanteles circumscriptus* NEES, *Sympiesis sericeicornis* NEES, *Enaysma splendens* DELUCCHI, *Achrysocharis formosa* WESTWOOD, *Atoposomoidea unifasciata* FOERSTER, *Tetrastichus xanthops* RATZBURG and *Eulophus padellae* RATZBURG. The species *xanthops* is placed here in spite of its hyperparasitic tendency, for its ability to destroy sap-feeders. The other parasites of the complex are generally associated with those mentioned above and never reached a marked importance in any biotope. Among these were: *Pediobius linus* WALKER, *Closterocerus trifasciatus* WESTWOOD, *Pnigalio pectinicornis* LINNE, all *Epilampsis* species, the other *Atoposomoidea* species, *Cirrospilus elegantissimus* WESTWOOD, *Elachertus inunctus* NEES, *Omphale* and *Ageniaspis* sp. We include here *P. linus*, sometimes rather common, because its increase in number is generally connected with an increased hyperparasitism via *Enaysma*. We omit *Enaysma parva* DELUCCHI which was reared in Sardinia only and may be regarded as associated to the *Apanteles-Sympiesis* group towards the end of winter.

Species of the genera *Apanteles*, *Enaysma*, *Achrysocharis*, *Closterocerus*, *Epilampsis*, *Pediobius* and *Ageniaspis* are endophagous. The biology of *Omphale* sp. remains unknown. The other parasitic forms are ectophagous. Among the species of the complex, few always act as primary parasites; the majority of them behave as primary as well as secondary parasites, but primary parasitism generally prevails. Two species have been reared as hyperparasites only (via *Apanteles*): *Mesochorus convexicollis* THOMSON and *Gelis* sp. Tertiary parasitism is very rare. The parasite interaction in the *messaniella* complex is illustrated in fig. 10.

The relation between the parasites themselves has been studied rather superficially. We presume, however, that each ectophagous species may become a secondary parasite, acting against the endopha-

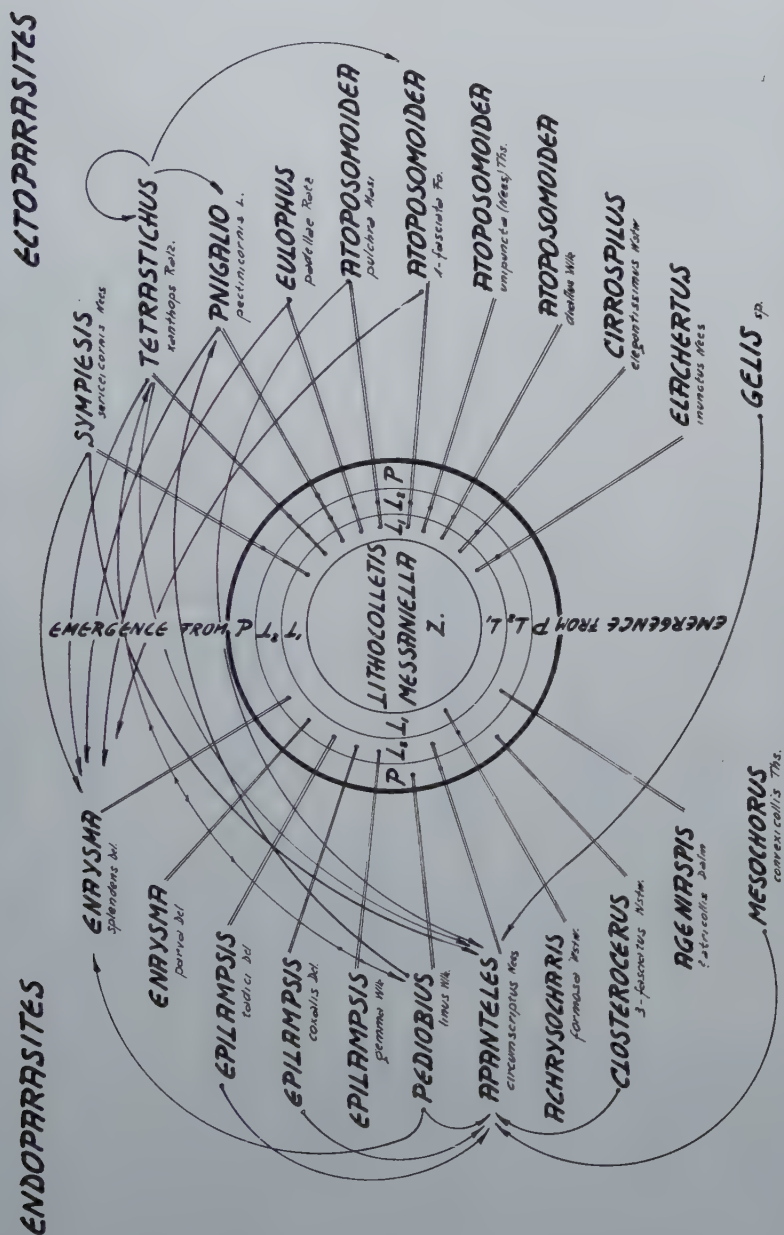


FIG. 10. — Parasite complex of *L. messaniella* ZELL.; L₁, L₂ and Pu, sap-feeder, tissue-feeder and pupa of the host.

the host during the winter in Europe to the northern limit of the natural distribution area of the *suber* wood. *Pediobius linus* WALKER may be associated with *Apanteles* and *Sympiesis* of the first winter generation, but its occurrence is very rare. In the northern countries (Tessin included) the parasite complex remains unchanged on the second winter generation of *messaniella*, always with the prevalence of *Apanteles circumscriptus*. In Tuscany it includes other parasitic species which generally occur later (spring and following generations) in the more northern places of investigations. Among these additional species, *Atoposomoidea pulchra* MASI was rather important at Figline in 1957, less important and as common as *Epilampsis gemma* WALKER in Cecina in 1956; a few specimens of the species were also reared from young *messaniella* mines on *Q. ilex* from Aulla (Tuscany) (fig. 12). *Phygadeuon* individuals were obtained in Cecina in 1956. Another parasite is *Achrysocharis formosa* WESTWOOD, which may play a part in the destruction of young sap-feeders of the second winter generation;

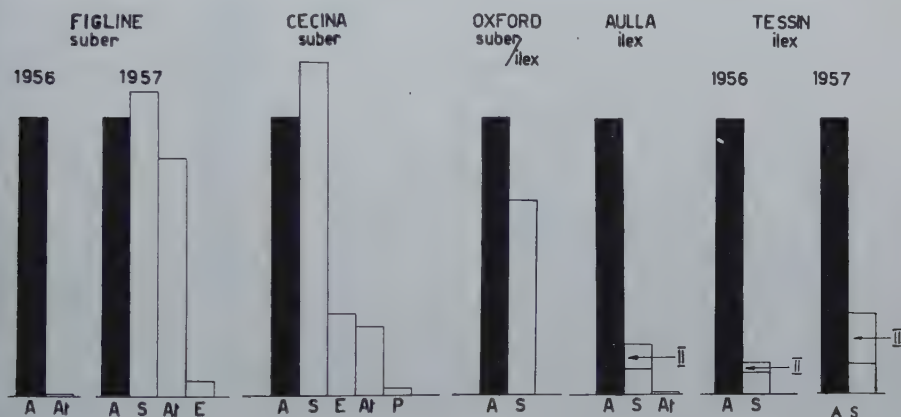


FIG. 12. — Importance of the Braconid *Apanteles circumscriptus* NEES, at different places of investigation in relation to the other parasites of the complex during the second winter generation of the host (*Apanteles* = 1). A, *Apanteles*; S, *Sympiesis*; At, *Atoposomoidea pulchra*; E, *Epilampsis gemma*; P, *Phygadeuon*; II, secondary parasitism (via *Apanteles*).

few individuals of it were reared from material collected at Figline in 1956. One presumes that the special complex of parasites attacking *messaniella* on *suber* in Tuscany can only exist under normal climatic conditions, for the abnormal temperature of February 1956 excluded in Figline nearly all parasitic species prevalently destroying tissue-feeders (fig. 12). According to the data of Dr. G. ARRU (*in litt.*) another parasitic species occurs in Sardinia, therefore within the natural distribution area of *Quercus suber*: *Enaysma parva* DELUCCHI, obtained in March-April 1955 from *messaniella* ptychonomes. The

species is not very important, according to the number of specimens received and compared with that of *Apanteles*, *Sympiesis* and *Atoposomoidea pulchra*, but its presence demonstrates again that the action of parasites with winter diapause is greater in the south than in the prealpine area.

Among the material collected 1956 at Cecina with a parasitism of 42,8 %, 35,7 % of the ptychonomes contained dead tissue-feeders or pupae owing to the reaction of the leaf-tissue (with the addition of other probable mortality factors) and only 21,5 % were unparasitized.

TABLE n° 6

Parasite complex of the second winter generation of the host (1956 and 1957). Ap, *Apanteles*; Sy, *Sympiesis*; At, *Atoposomoidea pulchra*; Ep, *Epilampsis gemma*, Pn, *Pnigalio*.

Locality	percentage of parasitism related to the number of <i>messaniella</i> ptychonomes					
	Total	Ap	Sy	At	Ep	Pn
a) On <i>Quercus suber</i> L.						
OXFORD 1956 (single tree in park)	7,9	5,3	2,6	—	—	—
LUGANO 1956 (single trees in parks)	3,0	—	3,0	—	—	—
FIGLINE 1956 (<i>suber</i> wood, isolated)	30,6	29,3	—	1,3	—	—
FIGLINE 1957 (ibidem)	13,3	4,4(*)	4,9	3,8	0,2	—
CECINA 1956 (<i>suber</i> wood, isolated)	42,8	12,7	20,7	4,6	4,2	0,6
b) On <i>Quercus ilex</i> L.						
OXFORD 1956 (single trees)	1,8	0,9	0,9	—	—	—
AULLA 1956..... (natural wood, isolated)	9,2	7,8 (8,3)	1,4 (0,9)	pres.	—	—
TESSIN 1956 , , , , (single trees or bushes)	14,6	13,5 (13,9)	1,1 (0,7)	—	—	—
TESSIN 1957 (ibidem)	16,3	12 (**) (14,6)	4,3 (1,7)	—	—	—

(*) Hyperparasitism negligible.

(**) Adults obtained — primary parasitism in brackets.

tized. These figures are more or less definitive, since at the time of our investigation only middle-sized or mature larvae or pupae of parasites were found in the ptychonomes. Different results were obtained in 1957 at Figline, where parasitism and reaction of leaf-tissue together conditioned a tissue-feeders and host pupae mortality of about 15-16 % only.

b) The spring generation of the host :

The first interesting fact we note during this host generation is the almost total disappearance of *Apanteles circumscriptus* from the parasite complex. The absence of this very important species is not absolute, but the resulting percentage of parasitism must be neglected. Another typical feature is the prevalence of ectophagous species. Results of three different tests carried out in the prealpine area are mentioned in the table no. 7.

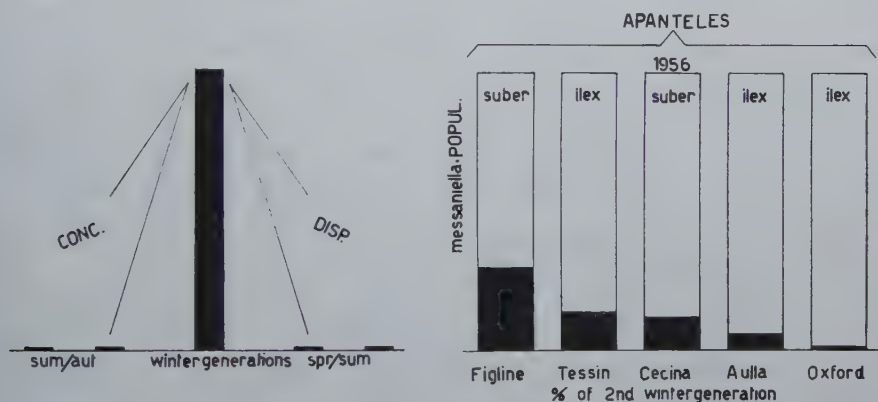


FIG. 13. — Concentration of *Apanteles circumscriptus* NEES on *L. messaniella* during the winter and percentages of *Apanteles* parasitism related to the *messaniella* ptychonomes of the second winter generation at different places of investigation.

Sympiesis sericeicornis remains an important species of the parasite complex of *messaniella* on *suber* and *ilex*. In addition to it we may note *Pediobius linus* and other parasites with winter diapause, especially *Enayasma splendens*.

The most important species of the complex on *Castanea sativa* belong to the genus *Atoposomoidea*; among them *A. unifasciata* FOERSTER is generally dominant. In some places the combined action of some parasitic species, as *Atoposomoidea*, *Achrysocharis* and *Tetrastichus*, was responsible for the destruction of numerous sap-feeders (about 30 % at Bissone, loc. n° 2, see table). Differences in the composition of the parasite complex are very evident within a short distance (Bissone, about 50 meters between *Quercus ilex* and *Castanea* place). In other places, as Castagnola (loc. n° 4), near Lugano, the

Atoposomoidea species resulted associated with *Epilampsis tadici*, *Enaysma splendens* and *Eulophus*, while *Tetrastichus* or *Achrysocharis* became negligible. Places with a reduced *Atoposomoidea* population are very few at this time.

Among the parasites attacking *messaniella* on *Quercus sessilis* or *Q. pedunculata* (cages, very far from the *ilex* or *suber* trees), *Eulophus*, *Tetrastichus* and *Atoposomoidea* remain the most important species. A characteristic feature here seems to be the complete absence of *Enaysma* or *Achrysocharis* which follow, under natural conditions, the *messaniella* population.

From these results, mentioned in table n°. 7, we may conclude that *Sympiesis* remains the most important parasitic species in *ilex* and *suber* areas of the prealpine region and that the genus *Atoposo-*

TABLE n° 7

The parasite complex of the spring generation of the host (Tessin, 1956).

Locality n°.		2	11	2	4	10	1
Plant sp.		Q. <i>ilex</i>	Q. <i>suber</i>	C. <i>sativa</i>	C. <i>sativa</i>	Q. <i>pedun-</i> <i>culata</i> VII (cages)	Q. <i>pedun-</i> <i>culata</i> VII (cages)
Coll. period.....		VI/VII	VI/VII	VI/VII	VI/VII		
Percentages related to the whole <i>messaniella</i> population	non-parasitized material	6,8	7,0	11,6	31,7	42,1	60,0
	Parasitized host stage						
	Sap- feeders ..	2,5	—	29,7	3,5	n. c.	4,5
	Tissue- feeders ..	25,5	38,2	24,0	38,5	n. c.	7,6
	Pupae ...	2,0	1,3	0,8	—	n. c.	0,1
	Total....	30,0	39,5	54,5	42,0	32,6	12,2
Percentages related to the parasite complex	<i>Achrysocharis</i> ...	2,7	—	9,5	2,7	—	—
	<i>Apanteles</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Atoposomoidea</i> ..	1,4	—	34,8	21,0	4,3	21,2
	<i>Cirrospilus</i>	—	—	—	—	1,2	—
	<i>Elachertus</i>	—	—	—	—	—	3,0
	<i>Enaysma</i>	12,3(*) (17,8)	—	2,0	12,7	—	—
	<i>Epilampsis</i>	—	8,7	0,8	11,0	18,0	9,1
	<i>Eulophus</i>	4,1	—	5,5	15,1	25,2	19,7
	<i>Pediobius</i>	20,6(*) (15,1)	—	0,8	—	—	9,1
	<i>Phygadeuon</i>	—	—	—	—	10,4	—
	<i>Sympiesis</i>	23,3	68,6	2,8	7,5	3,0	7,6
	<i>Tetrastichus</i>	5,5	—	7,0	4,0	30,4	3,8
	dead.....	30,1	22,7	36,8	26,0	7,5	26,5

(*) Primary parasitism in brackets.

moidea includes the most efficient parasites against *messaniella* during the spring. The percentage of parasitism during this generation is, related to the whole *messaniella* population, relatively high and the parasite complex assumes a considerable importance (see percentages of parasitized and non-parasitized material). This is due to the fact, as pointed out in our notes on the host biology, that the *messaniella* population is, at this time, concentrated on *Castanea* and on deciduous *Quercus* near the *ilex* and *suber* areas and its density is therefore higher than in the following generations. Mortality among parasites is relatively high.

c) The summer generation of the host :

Results on the parasite complex are condensed in table n°. 8. The importance of the species belonging to the genera *Atoposomoidea*, *Achrysocharis* and *Tetrastichus* seems more evident than in the previous host generation. An interesting fact is the more or less entire disappea-

TABLE n° 8

The parasite complex of the summer generation of the host (Tessin, 1956).

Locality n°..... Plant sp.....		4 C. <i>sativa</i>	11 C. <i>sativa</i>	8 Q. <i>peduncu- lata</i>	10 Q. <i>peduncu- lata</i>	9 Q. <i>peduncu- lata</i>
Coll. period		9-18 VIII	15-16 VIII	cages	cages	cages
Percentages related to the whole <i>messaniella</i> population	non-parasitized material.....	21,0	15,9	27,6	15,8	2,0
	Parasitized host stage					
	Sap-feeders ..	5,1	9,7	9,3	7,7	0,3
	Tissue-feeders	4,8	8,3	12,1	2,2	0,7
	Pupae	0,5	—	0,4	0,1	—
	Total	10,4	18,0	21,8	10,0	1,0
Percentages related to the parasite complex	<i>Achrysocharis</i>	20,0	39,2	0,6	13,0	—
	<i>Atoposomoidea</i>	25,4	3,5	16,8	14,8	—
	<i>Enayma</i>	7,3	14,3	—	—	—
	<i>Epilampsis</i>	5,5	—	—	—	—
	<i>Eulophus</i>	9,1	3,6	4,9	—	—
	<i>Omphale</i>	—	—	—	5,5	—
	<i>Pediobius</i>	3,6	3,7(*)	—	5,5	—
	<i>Pnigalio</i>	1,8	—	0,7	—	—
	<i>Sympiesis</i>	—	3,5	—	—	—
	<i>Tetrastichus</i>	20,0	7,2	41,0	9,2	33,0
dead		7,3	28,7	36,0	52,0	67,0

(*) Hyperparasitism.

rence of *Sympiesis* and the increase in number of *Achrysocharis formosa* under natural conditions (*Castanea*). During this period we may observe a relatively low parasitism in nature, varying between 2,6 and 18 %; this percentage is generally lower than that of non-parasitized material. Similar results were obtained with *messaniella* reared in cages on *Quercus* and exposed to parasites under natural conditions. The diminution of the percentage of parasitism is, compared with the data concerning the spring host generation, very probably connected with the spreading of the *messaniella* population and with the consequent diminution of the population density. We had at this time serious difficulties in finding on *Castanea* the number of mines necessary for our research.

d) The last annual generation of the host :

At the beginning of our activity on the project (1955, autumn) researches on the parasite complex of *L. messaniella* were undertaken only with the purpose of knowing the parasitic species, and statistical data on mortality of the host, parasitism, etc. were omitted. So it is only possible at present to give the percent of the single species in the complex (table n°. 9) and to evaluate the parasitism to 10,5 %, related to the whole *messaniella* population. This percentage is calculated from the material collected in the prealpine and the Mediterranean region during October and the beginning of November 1955. The figure is somewhat lower than that noted for the last host gene-

TABLE n°. 9

The parasite complex of the last annual generation of the host
(1955 and 1956)

Parasitic species	Percentages related to the parasite complex		
	Prealpine region (single rearings)		Prealpine and Medi- terranean areas (cages) (1955)
	1955	1956	
<i>Tetrastichus xanthops</i>	5,2 (3,3)(*)	14,0 (14,0)	—
<i>Pnigalio pectinicornis</i>	8,5 (8,1)	14,1 (15,2)	6,3
<i>Atoposomoidea unifasciata</i> ..	17,4 (15,2)	13,7 (13,7)	6,2
<i>Enaysma splendens</i>	45,5 (57,6)	28,0 (35,0)(**)	32,0 (***)
<i>Pediobius linus</i>	17,5 (9,4)	11,1 (3,0)	43,0
<i>Achrysocharis formosa</i>	4,6 (4,6)	5,4 (5,4)	—
<i>Epilampsis tadici</i>	0,4 (0,4)	4,1 (4,1)	3,6
<i>Closterocerus 3-fasciatus</i>	0,9 (0,9)	1,5 (1,0)	7,1
<i>Ageniaspis ?atricollis</i>	—	—	0,8
<i>Apanteles circumscriptus</i> ...	— (0,5)	6,9 (7,4)	1,0
<i>Sympiesis sericeicornis</i>	—	1,2 (1,2)	—

(*) Primary parasitism in brackets.

(**) Gregarious habit not considered, parasitized mines only.

(***) Relation between *Enaysma* and other species unknown.

ration of 1956, but it does not include the percent of parasite mortality which has been considered in all tables set up for the other generations. As mortality among parasites varies between 25 and 30 %, the percentage of parasitism approaches to 13 or 14.

In the parasite complex of 1955 (prealpine region) two species, already met in the previous generations, predominated: *Enaysma splendens* (endophagous) and *Atoposomoidea unifasciata* (ectophagous). The efficiency of *Enaysma* is reduced by the action of some ectoparasites and especially by the endoparasite *Pediobius linus*, which also attacks *Apanteles circumscriptus*. In the prealpine and Mediterranean material (reared in cages) *Enaysma* and *Pediobius* take together about 75 % of the parasite complex, but the relation between the two species is here unknown; it may be that the high percentage of *Pediobius* is simply due to hyperparasitism. With exception of a few individuals of *Enaysma* which emerged in October and of *Pediobius*, which emerged in January, all parasites showed a winter diapause of 5-6 months.

As the climatic conditions of 1956 were rather abnormal, the last annual generation of the host occurred too early in the prealpine region and some parasites partially emerged as early as October at the same time as the host. Emerged parasites belonged to the genera *Apanteles*, *Enaysma*, *Achrysocharis*, *Atoposomoidea*, *Epilampsis*, *Tetrastichus* and *Pnigalio*. The average parasitism of this generation (material collected on *Castanea*) was 15,6 %, related to the whole *messaniella* population. Here again the importance of the mentioned species *Enaysma splendens* and *Atoposomoidea unifasciata*. In 1957, parasitism on the last annual generation of *messaniella* was higher and reached in the tested places of Tessin an average of 25,7 %, varying between 11,6 and 48,2 % according to place. This high parasitism, of 48,2 % (and consequently of 25,7 %), almost entirely referred to the pupal stage of the host population (about 97 %), was conditioned by the species *Tetrastichus xanthops* RATZBURG, which became abnormally frequent. *Tetrastichus* eggs and young larvae were rather abundant during the first fortnight of October and hyperparasitism by *Tetrastichus* resulted high, being the species more or less the only one ovipositing in *messaniella* mines during this period. One of the most hyperparasitized species was *Enaysma splendens*. At the place with the highest percentage of parasitism (48,2), 1/4 of the ptychonomes attacked by *Enaysma* were destroyed by *Tetrastichus*. In 1956, the last annual generation of the host occurred earlier and this may be the reason of low parasitism during the pupal stage; hyperparasitism by *Tetrastichus* was unrecorded, but collections of material were probably stopped too early. The species *Enaysma splendens* showed 1957 the same importance as in the previous years and its parasitism reached an average of 4,7 % related to the whole *messaniella* population, varying between 1,0 and 14,2 % in the places tested.

The parasitism of the last annual generation is generally low and the differences among percentages noted for the same host generation during 1955-1957 are not important, the mortality caused by the parasite complex being sometimes (1955) much more reduced than that provoked by mechanical factors. In 1957, mechanical factors acted on the *messaniella* population in Tessin only towards October 20th, when the mass of *messaniella* adults had already emerged, and affected more mines with ectoparasitic larvae than those with *messaniella* larvae or pupae. The whole mortality among the autumnal *messaniella* generation is in all cases much lower than during the previous generation on deciduous trees, even if parasitism has the tendency to increase from summer to autumn, in connection with the tendency of *messaniella* to concentrate on *Castanea* offshoots. Parasitism remains generally lower in places located far from the evergreens and this fact seems to be counterbalanced under natural conditions by the mortality occurring during the migration of adults, as already discussed.

333 *The identification of the parasites*

The parasitic species of the complex reared from *L. messaniella* may be identified as follow :

- 1 (40) Fore wing of *Chalcidoid* type..... 2
- 2 (39) Marginal vein of fore wing well developed, much longer than stigmalis and generally longer than submarginalis. All species belong to the Fam. *Eulophidae*..... 3
- 3 (22) Submarginal vein broken at beginning of basalis. The species belong to Subfam. *Entedontinae* and *Tetrastichinae*..... 4
- 4 (13) Pronotum margined..... 5
- 5 (12) Internal row of cubital hairs (cubitalis) reaching the basalis; wing speculum reduced. Scutellum reticulate or punctate. Petiolus scarcely sculptured, abdomen of female dorsally concave..... 6
- 6 (11) Postmarginalis distinctly longer than stigmalis, wing surface between both veins without defined speculum. Mesonotum reticulate. Antennae linear in shape. All species belong to the genus *Epilampsis* DEL..... 7
- 7 (10) Fimbriae of propodeum almost absent, with 2-4 hairs (subgenus *Epilampsis* s. str.). Petiolus very small and shorter than propodeum in both sexes..... 8
- 8 (9) Anterior legs completely whitish or yellowish (male unknown), sometimes with exception of base of coxae. Abdomen of female longer than head and thorax together and 2,5-3 times longer than broad.
Epilampsis coxalis DEL.
- 9 (8) All coxae dark in both sexes, base of hind femora sometimes fuscous. Abdomen of female short oval and about as long as thorax. Abdomen of male without macula translucida.
Epilampsis tadici DEL.
- 10 (7) Fimbriae of propodeum well developed (subgenus *Eidolampsis*). Petiolus elongate and about as long as propodeum. Fore wing generally fuscous at centre. Propodeum with two submedian carinae towards its posterior margin. Male with yellow scape and pedicel, and macula translucida on abdomen.
Epilampsis gemma WALK.

- 11 (6) Postmarginalis shorter than stigmatis, wing surface bare between both veins and along wing border, and generally with three transversal, fuscous strips. Mesonotum strongly punctate. Antennae very compressed and acuminate in both sexes.

Closterocerus trifasciatus WESTW.

- 12 (5) Row of cubital hairs short, not reaching the basalis, speculum therefore large and extended to the middle of marginalis. Postmarginalis nearly absent. Scutellum longitudinally striate, propodeum with thick median carina, petiolus dorsally punctate and rather large. Body entirely dark; propodeum, antennae and legs with greenish-bluish reflections.

Pediobius linus WALK.

- 13 (4) Pronotum not margined. 14
14 (21) Fore and hind wings without long cilia. 15
15 (20) Scutellum without longitudinal, sublateral furrows. Abdomen and face of female always green with metallic reflections. 16
16 (19) Funiculus with three (male and female) or flagellum with five (only male-anuli excluded) distinct joints. Propodeum smooth or very weakly reticulate. Stigma of forewing small, wing surface around it not fuscous (species of the genus *Enaysma* DEL). 17
17 (18) Thorax partially purple-violet in both sexes. Anterior coxae brown. Fore wing fuscous at centre. Clava 2-segmented and pedicel brown in male.

Enaysma parva DEL.

- 18 (17) Thorax uniformly green with metallic reflections. Fore wing hyaline. Flagellum with five distinct joints and pedicel whitish in male. Anterior coxae generally white.

Enaysma splendens DEL.

- 19 (16) Funiculus with two joints in both sexes. Propodeum reticulate or punctate. Fore wing maculate below or around stigma. Stigma larger.

Achrysocharis formosa WESTW.

- 20 (15) Scutellum with two longitudinal, sublateral furrows. Fore wing without postmarginalis. Face in both sexes and basal half of abdomen in female yellow.

Tetrastichus xanthops RATZ.

- 21 (14) Fore and hind wing with long cilia. Wing surface with distinct hair rows. Body entirely brown, only males known. Body length 0,5 mm. (fig. 17, G).

Omphale sp. (unidentified)

- 22 (3) Submarginal vein not broken at beginning of basalis. Species belong to Subfam. *Eulophinae* and *Elachertinae*. Pronotum not margined. 23
23 (34) Parapsidal furrows complete (Subfam. *Elachertinae*). 24
24 (33) Antennae with two funiculus joints and three clava segments in both sexes. Border of costal cell pubescent only at apex on upper surface. Body colour generally yellow and black (or dark brown). 25
25 (26) Scutellum without longitudinal furrows and provided with two long setae near its posterior margin. External row of cubital hairs not reaching the end of basalis. Thorax tergites with a dark median band from pronotum to propodeum.

Cirrospilus elegantissimus WESTW.

- 26 (25) Scutellum with longitudinal furrows and generally provided with two pairs of equivalent setae. Species belong to the genus *Atoposomoides* HOW. 27

- 27 (32) Postmarginal vein shorter than or about as long as stigmalis. Hairs on mesonotum not standing out. Speculum of fore wing small along basalis and proximal part of marginalis 28
- 28 (31) External row of cubital hairs reaching the end of basalis in both sexes (fig. 17, C). Propodeum without lateral carinae, its surface very weakly reticulate. Mesoscutum with few exceptions only partially black.. 29
- 29 (30) Parapsides along parapsidal furrows and anterior region of postscutum (axilla) black. Yellow colour on thorax generally prevailing (fig. 14).
Atoposomoidea pulchra MASI.
- 30 (29) Parapsides along parapsidal furrows and anterior region of postscutum (axilla) yellow. Black colour on thorax generally dominant (fig. 16, A).
Atoposomoidea unifasciata FOERST.
- 31 (28) External row of cubital hairs not reaching the end of basalis (fig. 17, A). Propodeum with two strong lateral carinae, its surface reticulate or striate. Mesoscutum generally entirely black.
Atoposomoidea diallus WALK.
- 32 (27) Postmarginal vein evidently longer than stigmalis and wing surface very pubescent, without speculum postbasale (fig. 17, E and F). Hairs on mesonotum standing out on yellow parts of the tergite.
Atoposomoidea unipuncta (NEES) THOMS.
- 33 (24) Antennae with four funiculus joints and two clava segments in both sexes. Margin of costal cell entirely pubescent. Scutellum with furrow of U-shape. Body dark and provided with long setae.
Elachertus inunctus NEES.
- 34 (23) Parapsidal furrows incomplete or absent (Subfam. *Eulophinae*)..... 35
- 35 (36) Upper surface of costal cell of fore wing entirely pubescent along wing border. Propodeum with two costulae, mesonotum strongly reticulate. Abdomen of female short ovate and about as long as thorax. Antennae of male branched.
Pnigalio pectinicornis L.
- 36 (35) Upper surface of costal cell of fore wing pubescent only at apex. Propodeum without costulae, mesonotum with fine sculpture, abdomen of female elongate 37
- 37 (38) Femora white or yellowish and abdomen with macula translucida in both sexes. Abdomen of female linear in shape and longer than head and thorax together. Antennae of male branched.
Eulophus padellae RATZ.
- 38 (37) Femora brown, sometimes with metallic reflections and abdomen without macula translucida in both sexes. Abdomen of female shorter and long ovate. Male antennae not branched, each of the three first funiculus joints generally shorter than the following one.
Sympiesis sericeicornis NEES.
- 39 (2) Marginal vein much shorter than stigmalis. Species belong to the Fam. *Encyrtidae*, Subfam. *Encyrtinae*.
Ageniaspis ?atricollis DALM.
- 40 (1) Fore wing of *Ichneumonoid* type..... 41
- 41 (42) Discoidal and first cubital cell of fore wing distinct.
Apanteles circumscriptus NEES.
- 42 (41) Fore wing with discocubital cell and areola.
Mesochorus convexicollis THOMS.
Gelis sp. (only male).
(Hyperparasites in the complex).

334 *The parasitic species*

Ichneumonoidea (Braconidae)

Genus *Apanteles* FOERSTER (1862)

(Verh. naturh. Ver. Rheinlande, 19, 245).

Apanteles circumscriptus NEES (1834) (Mon. Hym. Ichn. aff., I, 181).

For taxonomy and host list concerning this Braconid see WILKINSON (1938) and TELENGA (1955). It may be useful to mention here, among the numerous hosts known, some of the *Lithocolletis* species, in order to understand better the biology of the parasite: *L. coryli* NIC., *lantanelle* SCHR., *messaniella* ZELL., *nigriscentella* LOG., *spinicolella* ZELL., *junoniella* ZELL., *cerasicolella* H. S., *scabiosella* DGL., *rajella* L. (= *alnifoliella* DUP.), *roboris* ZELL., *tenerella* JOHANN. (= *tenella* ZELL.), *quercifoliella* ZELL., *scopariella* ZELL., *millierella* STGR., *stettinensis* NIC., *blancardella* F., *populifoliella* TR., *emberizaepennella* BOUCHE, *cavella* ZELL., *lautella* ZELL., etc. Other hosts belonging to the genera *Gracilaria*, *Elachista*, *Tischeria* and even *Chelaria* are cited in WILKINSON' paper. In the prealpine and Mediterranean regions we reared *A. circumscriptus* from *L. messaniella*, *quercifoliella*, *roboris*, *blancardella*, *coryli*, *populifoliella*, from *Lithocolletis* sp. on *Alnus glutinosa* and from *L. sorbi* FREY.

The life-cycle of *A. circumscriptus* is rather simple, the species following the development of its numerous hosts from spring to autumn and attacking those which occur during the winter; neither aestivation nor hibernation of the species is known. In relation to *L. messaniella*, *A. circumscriptus* parasitizes young sap-feeders; the mature parasitic larva leaves the tissue-feeder, rarely the prepupa, spinning a smooth, whitish, rather transparent cocoon of about 4 mm length and 1 mm width, which is suspended in the ptychonome by means of two silky threads stretched between upper and under leaf epidermis; the central point of each of these perpendicular threads is connected with each cocoon apex by means of a short, also silky, horizontal thread. The ptychonome of *messaniella* containing an *Apanteles* cocoon is generally recognizable by its large volume, due to an increased maximal distance between the two epidermal layers, produced by a greater cambering of the upper mine surface. The form modification is particularly evident in mines situated towards the leaf border which, on account of the curved epidermis, sometimes reaches the typical fold of the *messaniella* ptychonome. The same modification may occur also in mines where mature tissue-feeders, which have not yet prepared the pupal case, are attacked by ectoparasites as *Sympiesis* or *Atoposomoidea*. It seems, therefore, that abnormal form of a ptychonome containing

a parasite is simply conditioned by the minor resistance of the upper epidermal layer when the tissue-feeder has practically destroyed the whole parenchyma. If *Apanteles* abandons the host larva of the last instar which has consumed only few parenchyma, the ptychonome containing the *Apanteles* cocoon (or, in an other case, an ectoparasite) presents a more or less normal form. Emergence of *Apanteles* imagines starts generally when more than 50 % of *messaniella* ptychonomes contain *messaniella* pupae (fig. 11).

A. circumscriptus is an active parasite during the winter generations of *L. messaniella*, particularly on the second one, which takes place from January to March-April. From spring to autumn the Braconid remains very rare or is absent from the parasite complex and is found attacking a rather large number of hosts having long hibernation period. The fact that *L. messaniella* is probably the only host of *Apanteles* during winter in the prealpine area and that this host concentrates on planted *Quercus suber* and *Q. ilex*, explains the figures gathered during our investigations. The same may be observed in the Mediterranean region outside the natural distribution area of the *suber* wood. The percentage of parasitism (table 6) established on the base of the *messaniella* population having reached the histophagous larval type or the pupal stage is only apparent; it does not consider the action of ectoparasites or other mortality factors on endoparasitized sap- or tissue-feeders, but gives nevertheless an idea of the importance of the Braconid. In 1956, parasitism of *A. circumscriptus* appeared very high in Figline, Tuscany (30 %) and very low in Oxford, England (1,4 %) calculated on the second winter generation of the host; at the same time, 13,9 % parasitism was recorded in Tessin, 12 % at Cecina, Tuscany (on *suber*) and 5,9 % at Aulla, Tuscany (on *ilex*). These data may show that *Apanteles* is a typical Mediterranean species, its action against *Lithocolletis* in the northern countries being reduced, but they are very variable. On the same second winter generation of the host of 1957, parasitism by *Apanteles* (always related to the number of ptychonomes of *messaniella*) sank to 4,4 % at Figline, while it went up to 15 % in the prealpine region (Tessin). This variation of parasitism in the Mediterranean investigated area may be related to the increase in number of the ectoparasitic species in 1957 (8-9 %; in 1956 = 0,9 %) as to the variation of the *messaniella* population density. In the prealpine area, where these two factors remained more or less constant in 1956 as well in 1957, great variation in parasitism by *Apanteles* did not occur.

During the winter, *messaniella* larvae are parasitized in the prealpine region or in the northern countries by *Apanteles* and *Sympiesis* only, with a prevailing importance of *Apanteles*. In the southern regions the parasite complex is generally richer and includes species which can become more important than the Braconid (fig. 12).

A. circumscriptus has the following parasites :

a) *Sympiesis sericeicornis* NEES, the commonest parasite of the Braconid. Eggs are deposited on the young *Apanteles* pupa and the ectophagous larva completes its preimaginal development in the *Apanteles* cocoon. The species has no winter diapause and may be reared from each *Apanteles* generation. Hyperparasitism via *Apanteles* is generally low and mainly occurs during the winter host generations, when *Apanteles* and *Sympiesis* represent the main species of the complex or constitute the whole parasite complex (fig. 12). In Aulla (Tuscany) and in Tessin, about 8-9 % of the *Apanteles* cocoons appeared attacked by *Sympiesis* in 1956 (second winter generation of the host); 1957 hyperparasitism resulted 18,2 % in Tessin and less than 1 % in Figline (Tuscany) on the same host generation (according to Mr. B. B. GIVEN, interim report, *in litt.*).

b) *Atoposomoidea pulchra* MASI : the species was never reared from *Apanteles* during our investigations, but is mentioned by Mr. B. B. GIVEN in his interim report as hyperparasite via *Apanteles* (material of Figline, Tuscany, second winter generation of 1957). Among 954 *Apanteles* cocoons sent to New Zealand, only two appeared attacked by *A. pulchra*.

c) *Pediobius linus* WALKER : reared from *Apanteles* cocoons in January (first winter generation), in the spring (host on *Quercus ilex* and *Castanea*) and in the autumn (host on *Castanea*). This endoparasitic species has generally winter diapause, so that hyperparasitism is automatically avoided during the period when *Apanteles* concentrates on evergreen *Quercus*.

d) *Epilampsis tadici* DELUCCHI : was obtained in July 1956 from *A. circumscriptus* in *messaniella* ptychonomes of the spring generation in Tessin and in August 1956 from *Apanteles* cocoons in *Lithocolletis* mines on *Alnus glutinosa* collected at Erlangen (Germany). The species is endophagous and has been frequently reared from *L. messaniella* in the South.

e) *Epilampsis coxalis* DELUCCHI : was reared from *Apanteles* cocoons in mines of *L. sorbi* FREY on *Sorbus aucuparia* in Tessin. The species can be easily distinguished from *E. tadici* by the much longer abdomen of the female.

f) *Tetrastichus xanthops* RATZBURG : was observed only a few times acting as a hyperparasite via *Apanteles*. *Messaniella* ptychonomes were opened at the same time as the mature *Apanteles* larva left its host which had small *Tetrastichus* larvae on it. The latter attacked the *Apanteles* larva very soon and destroyed it before the cocoon was spun.

g) *Mesochorus convexicollis* THOMSON : this species emerged from an *Apanteles* cocoon at the end of July 1956 from material of the spring generation. Only one specimen was obtained.

h) *Gelis* sp. : we obtained a single male and identification of the species seems impossible; it was reared from *Apanteles* in a ptychosome of *L. messaniella* of Figline (Tuscany). The egg was laid on the young pupa of the Braconid and the ectophagous larva acted like *Sympiesis*. Preimaginal development lasts in nature about 40 days.

i) *Closterocerus trifasciatus* WESTWOOD : imagines of this species were obtained in May 1957 from *Apanteles* cocoon of the last annual generation of the host, after an hibernation period (adult larval stage) of about 7 months.

Chalcidoidea, Eulophidae

Genus *Achrysocharis* GIRAULT (1913)
(*Arch. Naturgesch.*, 79 (A), 104).

Achrysocharis formosa WESTWOOD (1833) (*Mag. Nat. Hist.*, 6, 420).

MASI (1907) redescribed the species under the generic name *Closterocerus* WESTW. on individuals obtained from *Oecophyllembius neglectus* SILV. in South Italy. *A. formosa* has also been obtained from *Pseudonapomyza dianthicola* VENT. in Tuscany (CIAMPOLINI, 1949). We have reared the parasite from *L. messaniella* and from *L. roboris* ZELL. only, in Tessin and in Tuscany, but the species is certainly more polyphagous and must be reared especially from young epidermal mines of *Lithocolletis*, which are too much neglected. It hibernates as an adult larva and has a winter diapause of about 5 months. The mature larva is rather broad and flattened and is easily recognized among the species overwintering at the same stage. *A. formosa* attacks sap-feeders, rarely tissue-feeders, of *messaniella* from spring to autumn; the percentages of parasitism may be sometimes very high. The combined action of *Achrysocharis*, *Tetrastichus* and *Atoposomoidea* against sap-feeders appeared to be very important during the summer generation of the host. Hyperparasitism by *Achrysocharis* did not occur during our investigations.

Genus *Atoposomoidea* HOWARD (1910)
(*U. S. Dept. Agr. Techn. Bul.* 19)

The identification of the *Atoposomoidea* species (= *Cirrospilus* auct., nec *Cirrospilus* WESTWOOD) presents some difficulties, for no available revision of the group has been published hitherto and no

revision seems to be possible until long series of bred imagines can be accumulated, owing to their natural variation in colour. Some of the species names adopted in this work are therefore susceptible to be changed. The species *diallus* WALKER, *unifasciata* FOERSTER, *unipuncta* (NEES) THOMSON and *pulchra* MASI belong to the genus *Atoposomoidea* (having two longitudinal, sublateral scutellar furrows, four similar scutellar bristles and two funiculus joints in both sexes), which seems to contain all European *Cirrospilus* species auct., with the exception of the genotype, *C. elegantissimus* WESTWOOD. Among the closely related American genera, *Atoposomoidea* can be easily distinguished from



FIG. 14. — *Atoposomoidea pulchra* MASI, dorsal view; variation of body colour. A to E, female; F, male.

Giraultia GAHAN & FAGAN (1923) and from *Zagrammosoma* ASHMEAD (1904) by the wing morphology and the wing pubescence, and from *Cirrospiloideus* ASHMEAD (1904) by the different antennal formula.

Atoposomoidea diallus WALKER (1838) n. c. (*Ann. Nat. Hist.*, 1, 312).

The species has been identified by Dr. M. W. R. DE V. GRAHAM, Hope Dept. of Entomology, University Museum, Oxford. It was reared in the prealpine area from spring and autumn generations of *L. messaniella*, *L. maestingella* ZELL. (= *faginella* ZELL.) and *L. quercifoliella* ZELL., always as a primary parasite attacking sap-feeders and tissue-feeders, with a certain preference for the former. During our

investigations the species did not occur on the summer generation of *L. messaniella* and was more abundant during the spring than in the autumn. Hibernation as adult larva in ptychonomes on caducous leaves. Sex ratio of overwintering generation : 0.9, of the spring generation : 0.15.

A. diallus may be easily confused with *A. unifasciata* FOERSTER for both species have sometimes similar body colour and size. The best character we have found in order to separate *diallus* from the other congeneric species of the *messaniella* parasite complex is the short row of cubital hairs (fig. 17, ech), the basal end of which does not reach the convergence point between basalis and internal cubitalis (ich). In addition to this character, which is constant in the smallest as well in the biggest imagines of both sexes, the propodeum may be considered, which is more developed and more strongly reticulate (or striate towards its posterior margin) than in the other congeneric species of our complex, especially on the biggest specimens.

Among the individuals bred from *Lithocolletis* during spring and autumn, colour variation is rather slight. The head of the female generally shows two dark spots on the occiput which join sometimes above the foramen magnum, and a black stemmaticum. Nearly the whole thorax is black with greenish or bronze reflections on the tergites; the parapsides, propleurae, lateral part of pronotum and apical region of mesepisternum (near wing insertion) are yellow, but this colour may extend to the prepectus, the axilla and to a greater part of the pronotum. The legs are also yellow, with the exception of the hind coxae, which are partially or entirely black; specimens with yellow hind coxae occasionally occur. Abdomen dark brown with transverse yellow band near the base, which is ventrally larger than dorsally and not well defined. In the male, the yellow colour is more extended than in the female; the central region of the propodeum and of the metanotum, the scutellum, the scutum and part of the abdomen are generally black; the remainder of the body may be yellow. Body length varies between 0,6 mm (smallest males) and 2,5 mm (largest females).

***Atoposomoidea unifasciata* FOERSTER (1841) n. c. (Beitr. Mon. Pterom., 41).**

This species has been recently redescribed by FERRIÈRE (1953) as a parasite of *Lithocolletis platani* STGR. in Italy and specimens of our reared material were compared with FOERSTER' type. We obtained adults of *unifasciata*, from the Alps to the Mediterranean region, from *L. messaniella*, *L. blancardella* F., *L. delitella* ZELL., *L. distentella* ZELL., *L. quercifoliella* ZELL., *L. roboris* ZELL., *L. coryli* NIC., *Lithocolletis* sp. on *Alnus glutinosa* and from *Tischeria complanella* HB. Among the *Atoposomoidea* of the complex, *unifasciata* is the only species which regularly attacks *messaniella* from spring to autumn. The females

parasitize sap-feeders as well as tissue-feeders and the adult larvae overwinter. Hyperparasitism by the species via *Enaysma splendens* DEL. was observed in the spring 1956. Sex ratio of spring generation : 0.25-0.3, higher on for the followings.

The propodeum and central region of the metanotum, the scutellum, the mesosternum and the occiput around the foramen magnum are constantly dark in females, but black coloration may extend to the whole metanotum, the central part of the pronotum and scutum (only anteriorly), to the posterior part of the abdomen and even to the parascutellum (below scutellum, laterally), to the prosternum, meso- and metapleurae. Males are similar to females. The species has a normally developed external cubitalis (fig. 17) and is very closely related to *A. pulchra* MASI. Body length varies between 0,9 mm (smallest males) and 2,2 mm (largest females).

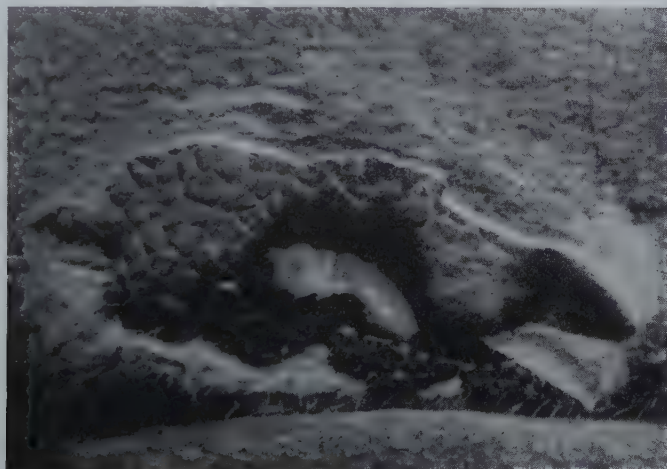


FIG. 15. — Ectoparasitic larva of *Atoposomoidea unifasciata* FÖRST. on mature *messaniella* larva in ptychonome on *Castanea*.

Atoposomoidea unipuncta (NEES, 1834) THOMSON n. c. (Mon. Hym. Ichn. aff., 2, 165).

We have bred this species from *L. messaniella* on *Castanea sativa* in the prealpine and Mediterranean area, from *L. delitella* ZELL. and unidentified *Lithocolletis* species on *Quercus* in Tessin. The species has been mentioned by GRANDI (1929) as parasite of *Tischeria complanella* HB. in Italy under the name of *Cirrospilus* species. Material was obtained from the last year generation of the host (overwintering as adult larval stage) and in the spring; the behaviour of this species is therefore very similar to that of *A. diallus* WALKER. Females ectoparasitize sap-feeders and tissue-feeders of the host. Sex ratio : 0.25

in the spring, 0.8 in the overwintering generation. Body length varying between 0,7 mm (smallest males) and 2,3 mm (largest females).

The imagines of the two rearing periods have been considered as belonging to the same species, though they show a quite different body colour. From the morphological view point, differentiation of both forms is impossible; females and males of them can be easily separated from the other *Atoposomoidea* species of the complex by the relatively



FIG. 16. — Thorax and abdomen (dorsal view) of *Atoposomoidea unifasciata* FOERSTER (A), *A. diallus* WALKER (B) and *A. unipuncta* NEES (C, winterform).

long postmarginal vein, the strong wing pubescence (hairs short and dense) and the dense hairiness of the occiput, pro- and mesonotum, which is brown coloured and stands out on the yellow or orange parts

of the sclerites. The « winterform » (imagines of the overwintering generation) is generally black on the occiput above the foramen magnum, the anterior part of the mesoscutum, central region of the propodeum, posterior half of the abdomen and on the mesosternum, and shows a brownish tinge on the lateral part of the metanotum, on the axilla, along the suture between the meso- and metapleura and along the border of the different parts of the mesopleura. The black colour may extend considerably on the pronotum, the face and occiput, the anterior half of scutellum, the whole propodeum and on the base of the abdomen, also along the sutures and furrows of the thorax, especially on the scutellum and the thoracic pleurae. The remainder of the body surface is yellow-orange. The « springform » is more or less light orange in colour with a black spot on the occiput and a black band along the median carina of the propodeum (females), sometimes with a brown zone on the disc of the abdomen (males). Both forms may be considered temporarily as extremes in the chromatic variation of the species, since they are morphologically identical and the variation of one form does not overlap the variation of the other. The species name has been suggested by Dr. M. W. R. DE V. GRAHAM, Oxford, to whom we sent material of the overwintering generation.

Atoposomoidea pulchra MASI (1911) n. c. (*Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, 5, 149-152).

MASI based his description of *Cirrospilus pulcher* on a single female reared in May, 1908, from mines on *Quercus ilex* near Naples, and FERRIÈRE (1953) identified under this name another female obtained in July from *Lithocolletis platani* STGR. by PRINCIPI (1953) in the neighbourhoods of Bologna. As far as known, no other records of the species *pulchra* MASI are mentioned in the literature and the males have never been seen. The females of *A. pulchra* generally have the body colour as originally described by MASI (*l. c.*), with a prevailing « lemon » yellow coloration, but the dark zones may be more extended or new black spots may appear, so that in extreme cases the yellow colour is very reduced, especially on the thorax (fig. 14). The dark spot on the axilla, the black zone along the parapsidal furrows, the completely dark parascutellum (below scutellum, laterally) and the coloration of the abdomen are very constant, and individuals with predominant yellow colour have generally partially darkened propodeum, black scutellar furrows and occipital spot. On material reared in summer, tendency to yellowing is very strong and only a trace of the dark zones may remain, so that identification appears sometimes rather difficult. Females having predominant brown-black colour are closely related to those of *A. unifasciata* FOERSTER; both species are morphologically very similar, the only distinctive character being the more flattened thorax of *pulchra*. Body length

of females 1,6 to 2,2 mm, the female obtained by MASI having an exceptional length of 3,25 mm.

The males generally show a reduction of black colour on the occiput, along the parapsidal furrows, on the thoracic pleurae, thoracic sternites and on the abdomen, but in some individuals the dark coloration may be more extended than in females (fig. 14). Here are also found the typical spots on the axillae, which are constant in both sexes. Body length 1,1-1,5 mm.

We received specimens of *A. pulchra* from Sardinia (Italy) obtained from *L. messaniella* between February and April 1955 by Dr. G. ARRU

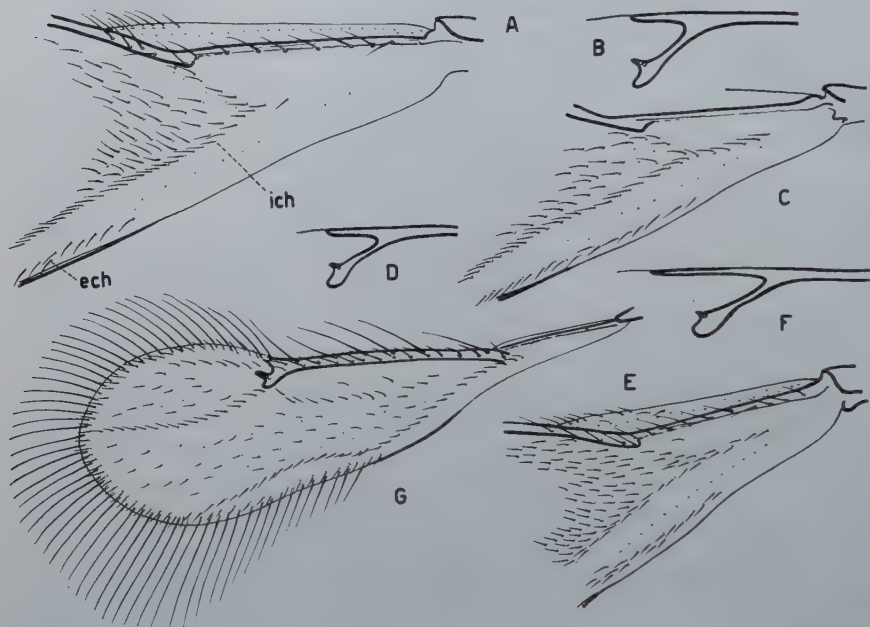


FIG. 17. — *Atoposomoidea diallus* WALKER, base of anterior wing (A) and distal part of wing venation (B); *A. unifasciata* FOERSTER, the same (C and D); *A. unipuncta* NEES, the same (E and F); *Omphale* sp., fore wing (G). ich, internal, ech, external row of cubital hairs.

(*Q. suber*); we reared them from the same host on *Q. suber* in Tuscany (Figline and Cecina) about the end of April and during May 1956, and between April 22nd and the end of May 1957; a few specimens from Aulla (Tuscany) on *Quercus ilex* in April 1956 and from Mendrisio (Tessin) in July on *Q. pedunculata*. The species seems to be very rare in the prealpine area, where it was never obtained from ptychonomes on planted *ilex* or *suber*. The biology of this ectoparasitic, typically Mediterranean species could not be studied, for our investigations on *messaniella* parasites in central Italy were limited to spring time; it

may be similar to that of the other congeneric species. Oviposition of *A. pulchra* started at Figline (Tuscany) towards beginning of March (1957) and the species has probably an hibernation period as *Pnigalio pectinicornis* L. (reared from collection at Cecina, 1956). Material obtained in February in Sardinia may be issued from the overwintering generation. Hyperparasitism by *pulchra* was never observed, but has been mentioned via *Apanteles circumscriptus* NEES by Mr. B. B. GIVEN, Nelson, New Zealand, in his interim report on parasite introduction (*in litt.*).

Genus *Cirrospilus* WESTWOOD (1832)
(*Phil. Mag.*, 1, 128).

Syn. : *Plesiospilus* FERRIÈRE (1953), n. syn. (*Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 19, 398).

We include in the genus *Cirrospilus* WESTWOOD (nec *Cirrospilus* auct.) those species of the subfam. *Elachertinae* which, having a funiculus of two joints and a clava of three segments in both sexes, show a scutellum without longitudinal, sublateral furrows but provided with two setae situated on its posterior half. As a result of this definition we consider as wrong all identifications made since FOERSTER (1856). *Cirrospilus* WESTWOOD and *Plesiospilus* FERRIÈRE are therefore isogenotypic genera through synonymy of the genotypes, *C. elegantissimus* WESTWOOD and *P. (Eulophus) unistriatus* FOERSTER (1841). *C. elegantissimus* seems to be the only species of the genus in Europe. All other species assigned to *Cirrospilus* auct. must be included in the genus *Atoposomoidea* HOWARD (1910). This latter has the same antennal formula as *Cirrospilus*, but a scutellum with two longitudinal furrows and bearing four more or less equal sized setae. *Cirrospilus* is also closely related to *Giraultia* GAHAN & FAGAN (1923), which has no scutellar furrows, but four scutellar bristles and an anterior wing similar to that of *Zagrammosoma* ASHMEAD (1904).

C. elegantissimus is a rather common species reared from numerous Lepidopterous miners, as *Lithocolletis populifoliella* TR. on *Populus nigra* (Bavaria, Germany, 25.VII.1950, leg. F. GROSCHKE; Palic, Yugoslavia, leg. M. TADIC, IX. 1953; Tessin, South of Switzerland, summer 1956, pers.), *L. platani* STGR. on *Platanus* (Italy, July 1952, see FERRIÈRE or PRINCIPI, 1953), *Lithocolletis* sp. on *Alnus glutinosa* and *L. messaniella* on *Q. pedunculata* (Tessin, July 1956, pers.). The species has been recently obtained from *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. in Norway (SUNDBY, 1957). *C. elegantissimus* is an ectophagous parasite of both sap-feeders and tissue-feeders of *messaniella* and occurs in the parasite complex only occasionally, generally during the summer; it may be confused with the species of *Atoposomoidea*, which are always numerous from spring to autumn. For the separation of

both genera, the only character of the scutellar furrows may be insufficient, for these can not always be verified on the smallest males of *Atoposomoidea*. On the other side, scutellar furrows seem to appear on some individuals of *C. elegantissimus* owing to a depression which may occur in the centre of the scutellum in dried specimens, or owing to a gradual blackening of the sides of the scutellum which may be separated from the black centre of the sclerite by two thin yellow longitudinal stripes situated at the same position as the furrows in *Atoposomoidea*. For identification, the scutellar bristles offer a better taxonomic basis; the four setae in *Atoposomoidea* are very similar, the posterior generally slightly thicker than the anterior ones; the « two » setae on *Cirrospilus* scutellum are, in reality, four, like in *Atoposomoidea*, but the anterior ones are so small and lain on scutellum surface that they are generally neglected.

With regard to the colour variation of the species *elegantissimus*, observations were made on individuals reared from different hosts during the same season. The typical female of the species shows a black spot on the occiput above foramen magnum and on the stemmaticum and a dark median thoracic stripe which spreads out on the propodeum between the stigmata; the abdomen is black at base, in the centre and in the middle of its posterior half. The following parts are also dark : pro- and mesosternum, prothorax around anterior stigmata, axilla above wing insertion, abdominal valvulae, etc. The median thoracic stripe has a marked tendency to increase its width, with the exception of the portion on the posterior region of the mesoscutum and on the anterior half of the scutellum. In some cases there is a total blackening of scutum, scutellum, axillae, metanotum, propodeum, metapleura and inferior mesepimeron, connected with a widening of the occipital and pronotal spots. Males are generally darker than females and show sometimes a partial blackening of the axillae as in *Atoposomoidea pulchra* MASI. Body length varies between 0,8 mm (smallest males) and 2,7 mm (largest females).

Genus *Closterocerus* WESTWOOD (1833)

(*Mag. Nat. Hist.*, 6, 419).

Closterocerus trifasciatus WESTWOOD (1833) (*l. c.*, 420).

Records of this species as parasite of *L. messaniella* were rare during our investigations. Some imagines emerged in April-May 1956 and 1957 from *messaniella* ptychonomes of the last annual generation, collected on *Castanea* in Tessin and along the Tyrrhenian coast. A few females were also obtained from mines of other *messaniella* generations (1956). The species occurs therefore only occasionally in the parasite complex of this host and is rather polyphagous, like *Epilampsis gemma* WALKER or *Achrysocharis formosa* WESTW.; it is known from

the Mediterranean to Central Norway (SUNDBY, 1957) as a parasite of miners belonging to different orders (*Tischeria complanella* HE., GRANDI, 1929; *T. decidua* WCK., GROSCHKE, in litt., 1952; *Lyonetia clerckella* L., KEMNER, 1926 and FERRIÈRE, 1952; *Lithocolletis distentella* ZELL., pers. rearings; *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. and *P. suffusella* ZELL., SUNDBY, 1957; *Phytomyza ilicis* CURT., CAMERON, 1939; *Rhynchaenus populi* F., SUNDBY, 1957). The species may be also reared from *Coleophora* species, according to FERRIÈRE (MS on *Chalcidoidea*). A species very similar to *trifasciatus* seems to exist in Canada as a parasite of *Lithocolletis salicifoliella* CHAM. (MARTIN, 1956). *Closterocerus* hibernates, like *Pediobius linus* WALKER (part.) as an adult larva in the host pupa; the winter diapause is rather long, from October-November until April-May in nature. Some details on morphology of preimaginal stages and on biology of the species are given by SUNDBY (1957). Biological data about *C. trifasciatus* mentioned by GRANDI (1929) and again by MASI (1944) may be referred to *Tetrastichus xanthops* RATZ., which is a gregarious, ectophagous parasitic species. *C. trifasciatus* may become a hyperparasite of *messaniella* via *Apanteles circumscriptus* NEES; imagines emerge from *Apanteles* cocoons in the same way as *Pediobius*.

Genus *Elachertus* SPINOLA (1811)

(*Ann. Mus. Hist. Nat.*, 17, 151).

Elachertus inunctus NEES (1834) (*Mon. Hym. Ichn. aff.*, 2, 183).

This ectoparasitic species has been reared only from *messaniella* ptychonomes on deciduous *Quercus* (host material in cages), the first time during the spring generation (July 1956), the second one in the early spring (overwintering material, 1957). It does not generally attack the *messaniella* population under natural conditions and its parasitism is therefore only occasional and very low. The parasite has been identified by Dr. C. FERRIÈRE, who stated that individuals of the species were obtained in the past from *Lithocolletis coryli* NIC. near Bern (Switzerland). Tissue-feeders are generally destroyed by *E. inunctus*.

Genus *Enaysma* DELUCCHI (1954)

(Neue Arten Subfam. Entedontinae, Feldmeilen, p. 1).

The systematic position of the *Enaysma* species was cleared up 1954 through revision of the genera *Derostenus* WESTW. and *Chrysocharis* FOERST. *Enaysma* species are easily separated from the closely related *Chrysocharis* ones by the wing venation, particularly the length of the postmarginalis. From the biological point of view both genera are very distinct, *Enaysma* species being parasitic on *Gracilariidae* (espec. *Lithocolletis*), while *Chrysocharis* forms attack Dipterous miners, with exception of *C. scutellaris* THOMS.

Enaysma splendens DELUCCHI (l. c., p. 2).

This parasite was originally reared from *Lithocolletis strigulatella* HW. on *Alnus incana* in Bavaria (1954) and subsequently obtained from *Lithocolletis* sp. on *A. glutinosa* in Germany (1956) and from *L. messaniella* on *Castanea sativa* and *Quercus* sp. in the prealpine and Mediterranean area (1955 and 1956). As for congeneric species, superparasitism is quite frequent and the mature larvae of *E. splendens* completely fill the host larva as species with polyembryonic development. *Enaysma* larvae living gregariously always produce females, solitary ones males as well as females. Pupation occurs in the mine near the host larval skin and pupae are fixed to the mine wall by means of a strong silky thread attached to the abdominal apex. Parasitized *messaniella* tissue-feeders containing more than one *Enaysma* larva can be easily recognized for they lose the green body colour and their skin fits on the shape of the endophagous larvae; if the ptychonome contains more than one pupa of *Enaysma*, identification of the parasite does not present difficulties, the pupae being black, in contrast to the pale brown coloured *Tetrastichus* ones, which may also be numerous in a single mine. *E. splendens* has a winter diapause of about 6 months and hibernation occurs in pupal stage. The number of generations was not investigated, but presumably coincides with that of *Lithocolletis* sp. on deciduous trees.

Parasitism by *E. splendens* on *messaniella* is generally low if compared with that of *Apanteles* during the winter or of ectophagous species during the other seasons. Among the endophagous parasites (*Chalcidoidea*) which attack *messaniella* from spring to autumn, *splendens* is nevertheless the most important one. In 1955, 57,6 % of the parasitized *messaniella* on *Castanea sativa* (last annual generation) resulted attacked by *E. splendens* in the prealpine area, but parasitism appeared much lower during the whole 1956. In relation to the *messaniella* population, 6-7 % of the *messaniella* ptychonomes produced *E. splendens* during the last generation of 1955; about 6 % of *messaniella* mines appeared attacked by the parasite on *Q. ilex* and 1-5 % on *Castanea* during the spring generation of 1956; about 1-3 % on *Castanea* during the summer generation of the same year. The percentage of parasitism by other endophagous species is generally always much lower, with exception of *P. linus* WALK. which can reach sometimes the same importance as *Enaysma* but acts also as a secondary parasite.

E. splendens is mainly attacked by *P. linus* which is generally a primary endophagous parasite of *messaniella* pupae. Destruction of *splendens* through *Pediobius* did not exceed 7 % during our investigations. *Pediobius* adults emerge from *Enaysma* pupae. Ectoparasitic species like *Atoposomoidea unifasciata* FOERST., *Pnigalio pectinicornis* L. and *Tetrastichus xanthops* RATZ. act also as hyperparasites via *Enaysma*.

From a *messaniella* ptychonome, originally containing three *Enaysma* pupae, often *Pediobius*, *Tetrastichus* and *Enaysma* emerged.

***Enaysma parva* DELUCCHI (1956) (*Entomophaga*, I, 72).**

This species was reared 1955 in Sardinia by Dr. G. ARRU from *messaniella* ptychonomes on *suber* between March and April. No special observations were made about the biology of this primary endophagous parasite, which does not occur in the places we investigated.

Genus *Epilampsis* DELUCCHI (1954)

(Neue Arten Subfam. Entedontinae, Feldmeilen, p. 3).

In the parasite complex of *L. messaniella* the genus *Epilampsis* is represented by three endophagous species: *E. (Eidolampsis) gemma* WALKER, *E. coxalis* and *E. tadici* DELUCCHI. Among the *Entedontinae*, the genus *Epilampsis* is closely related to *Chrysocharis* FOERSTER, *Enaysma* DELUCCHI and *Derostenus* WESTWOOD, from which it can be easily separated by the morphology of the head and pronotum.

***Epilampsis gemma* WALKER (1838) (Mon. Chalc., I, 53).**

This parasite, originally described as *Entedon* and known as *Chrysocharis* species, has been recently included in the genus *Epilampsis* as the single species of the subgenus *Eidolampsis*. Males and females can be easily distinguished from those of congeneric forms (DELUCCHI, 1954 a). *E. gemma* is known as the commonest and most important parasite of *Phytomyza ilicis* CURT., the Holly Leaf-miner, in the south of England (CAMERON, 1939), and seems to be very polyphagous in habit, attacking miners of different Orders. For morphology of preimaginal stages and biology we can refer the reader to the work of CAMERON (1939). Among the parasites of *messaniella*, *E. gemma* was reared 1956 in Cecina and 1957 in Figline (Tuscany) from ptychonomes of the second winter generation of the host on *Quercus suber*. Mature *Epilampsis* larvae were observed in Tuscany at beginning of April, filling the *messaniella* tissue-feeders, and emergence of adults occurred about the end of the month and in May. Parasitism by this species is generally low, if compared with that of *Apanteles* and *Sympiesis* (fig. 12), but the figures are perhaps only apparent owing to the action of ectoparasites (secondary parasitism), like *Sympiesis* and *Atoposomoidea*. The species was always reared as primary parasite.

***Epilampsis coxalis* DELUCCHI (1956) (*Entomophaga*, I, 74).**

This species was originally described on material obtained from *Lithocolletis* sp. on *Quercus pedunculata* north of the Alps and was reared at first in the prealpine region from the last annual generation (1955) of *L. maestingella* ZELL. (= *faginella* ZELL.) on *Fagus silvatica*.

It was subsequently noted attacking the spring generation of *L. messaniella*, *L. maestingella* and *L. sorbi* FREY and newly bred from *L. maestingella* of the following generation. The species has also been obtained from the overwintering generation of *L. cydoniella* F. on *Cydonia*, *L. acerifoliella* ZELL. (= *sylvella* HW.) on *Acer campestre* and *L. spinicollis* ZELL. on *Prunus spinosa* near Zürich (leg. P. WEBER). *E. coxalis* occurs only occasionally in the parasite complex of *messaniella* and seems to have in the prealpine region a certain preference for *L. maestingella* on which it was frequently found from spring to autumn. The mature larva of the parasite issues from tissue-feeders or from the host pupae and pupate in the mine. Hibernation in pupal stage from November to March-April. The species can act as hyperparasite of *Lithocolletis* via *Apanteles circumscriptus* NEES.

Epilampsis tadici DELUCCHI (1954) (Neue Arten Subfam. Entedontinae, Feldmeilen, p. 4).

Originally described on specimens reared from *Lithocolletis populifoliella* TR. in Yugoslavia (leg. M. TADIC), the species has been frequently obtained in Norway from *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK., *P. suffusella* ZELL. and *Lyonetia clerckella* L. (SUNDBY, 1957), in Switzerland north of the Alps from *Lithocolletis comparella* ZELL., on *Populus alba*, *L. acerifoliella* ZELL. (= *sylvella* HW.) on *Acer campestre*, *L. strigulatella* HW. on *Alnus*, in Tessin and in the Mediterranean area from *Lithocolletis* sp. on *Populus* and *Alnus*, from *L. messaniella* and *Tischeria decidua* WCK. SUNDBY (1957) reared the species also from *Rhynchaenus populi* F., so that its polyphagy may be very similar to that of *Epilampsis gemma* WALKER. In relation to *messaniella*, the parasite emerged in good number from ptychonomes of the spring generation and it was only occasionally observed in the parasite complex of the following generations. *E. tadici* leaves the tissue-feeders or the host pupae and pupate in the mine like *E. coxalis*. Some details on morphology and ethology of preimaginal stages are mentioned in SUNDBY's study (1957). Hyperparasitism by the species was noted during our investigations only via *Apanteles* in mines on *Alnus glutinosa*.

Genus *Eulophus* GEOFFROY (1762)

(Hist. abr. des Insectes, 2, 312).

Eulophus padellae RATZBURG (1844) (Ichn. Forstins., 1, 166).

The original description of *E. padellae* was made by RATZBURG from a single female obtained from *Lithocolletis (Tinea) padella* GLITZ. (considered by SCHUTZE, 1931, as var. of *L. sorbi* FREY on *Prunus padus* and by HERING, 1957, as synonym of *L. cerasicolella* H. S.) and fits very well with the only *Eulophus* species of the *messaniella* parasite complex; *E. laevissimus* RATZ., described in 1848, may be the male

of *padellae* and is perhaps identical with *E. stramineipes* THOMSON (1878). RATZBURG indicates for *E. padellae* :

« Metathorax deutlich punktiert, schwach gekielt. Flügel sehr lang. Costalnerv von halber Hinterleibslänge und so lang wie Doppelnerv »... « Hinterleib lanzettlinienförmig, fast gestielt (rechtwinklig in die Höhe stehend), fast so lang, wie Rumpf und Kopf, oben eingefallen. Schildchen tief herunter und der Seite mit Nähten. Schön smaragdgrün. Hinterleib in der Mitte mit weisslicher Querbinde. Fühlerschaft — Geissel fehlt — und Beine gelblichweiss, nur die Mittel- und Hinterhüften an der Basis metallisch-grün. Collare und die eingedrückte Stirn bläulich. »

and for *E. laevissimus* :

« Beine citronengelb, nur Mittel- und Hinterhüften metallisch-grün, auch die Hinterschenkel und der Endhälfte metallisch. »

With the exception of RATZBURG's remarks on the length of the wing veins, which have been omitted, the original description seems to us very clear and is completed by the following :

FEMALE : Head and thorax green with bronze and bluish reflections, which turn to copper on the lower region of the face and to violet or purple between the antennal insertion and the ocelli. Abdomen dark brown with green and bronze reflections, a small pale yellow or whitish spot in the centre of the tergum and pale brown or yellow zone on the ventral side. Legs completely pale yellow with the exception of the external base or basal half of meso- and metacoxae. Scapus whitish and dorsally darkened towards the pedicellus, the latter and the flagellum brown; sometimes pedicellus and first funiculus joint paler ventrally. Antennae as in *Sympiesis*, inserted at level of ocular line; scapus linear, as long as frons; pedicellus small, somewhat shorter than half of the first funiculus joint, which is longer than each of the following (7 : 6 : 5 : 5) and about as long as clava. Flagellum rather compressed, first funiculus joint viewed from the side 3 to 4 times longer than broad (7 : 2). Head punctate between insertion of scape and mouth margin, and around ocelli, reticulate on occiput, nearly smooth between antennal toruli and median ocellus. Anterior margin of clypeus and subocular suture straight, pubescence of eyes short, head transverse. Thorax as broad as head (45), rather convex, elongate in shape viewed from above (75 : 45), much shorter (75 : 120), but much broader (45 : 27) than abdomen. Thorax form very similar to that of *Sympiesis* (fig. 18, A), propodeum slightly convex with straight median carina and two very weak lateral carinae, finely reticulate or even striate on central region. Fimbriae normal. Abdomen sub sessile, 5 times longer than broad, broader towards apex than at base (27 : 17) and pointed at posterior end; terebra very slightly exerted; first urotergite about 1/5 of abdomen length. Wings hyaline, $p : m : s = 30 : 53 : 17$, stigma very small; wing pubescence about as in *Sympiesis*, but external row of cubital hairs shorter (fig. 18, B) and costal cell inferiorly more pubescent. Body length 2,0 to 2,7 mm.

MALE : Similar to female with regard to the colour, but hind coxae generally dark brown and hind femora partially brownish, especially on their distal end. Whitish spot on abdomen larger and abdomen shorter (as long as thorax) than in female. Antennae branched. Body length 1,3 to 1,8 mm.

The species was included (1848) in the genus *Entedon* DALM. by RATZBURG himself and, so far as known, maintained in this genus; it must be considered, on the contrary, as *Eulophus* s. l. until revision of this group including a great number of forms.

E. padellae was frequently reared from *L. messaniella* of spring, summer and autumn generations, from *Lithocolletis* species on *Quercus*, *Alnus* and *Populus* in the prealpine region; it did not emerge from material collected in the Mediterranean area of investigations. The imagines attack generally tissue-feeders, rarely old sap-feeders and

young pupae of the host. The species is, as rule, a primary ectoparasite, but can become secondary via *Enaysma splendens*. Hibernation as pupa, from October-November to April-May. Percentage of parasitism by this species is very variable according to place and season; on the spring generation of *messaniella*, *E. padellae* was obtained from material collected at all tested *ilex*, *pedunculata* and *Castanea* places and appeared sometimes as one of the most important parasites of the complex; but it was rather rare on the summer generation of the host (1956) and did not emerge from *messaniella* ptychonomes of the last annual generation collected 1955 on *Castanea sativa*.

Genus *Omphale* HALIDAY (1833)

(*Ent. Mag.*, 1, 339).

Omphale sp. (?n.sp.)

We include this species among ectophagous parasites (omitted in fig. 10), though its habit remains unknown. We reared males of *Omphale* at one place only during the summer generation of the host on deciduous *Quercus* (cage material). As *Elachertus* or *Cirrospilus*, the parasite occurs only occasionally in the *messaniella* complex. According to Dr. C. FERRIÈRE, to whom the species was submitted, the form has probably to be considered as new owing to the peculiar pubescence of the fore wing (fig. 17, G), but description has been deferred until females are obtained. The parasite attacks very young sap-feeders. Body length of males 0,5-0,6 mm.

Genus *Pediobius* WALKER (1846)

(*Ann. & Mag. Nat. Hist.*, 17, 183)

Pediobius linus WALKER (1839) (*Mon. Chalc.*, 1, 119).

Syn. : *P. grandii* FERRIÈRE (1953), n. syn. (*Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 19, 401).

Identification of the species was made by Mr. G.J. KERRICH, Commonwealth Institute of Entomology, London. Synonymy with *P. grandii* through comparison with cotypes reared by PRINCIPI (1953) from *Lithocolletis platani* STGR. and deposited at Museum of Geneva. The species was obtained during our investigations from *L. messaniella*, *roboris*, *quercifoliella* and *distentella* ZELLER in the prealpine and Mediterranean area. Hyperparasitism by *Pediobius* occurs rather often via *Apanteles circumscriptus* (emergence from cocoon), via *Enaysma splendens* and *E. albiscapus* (emergence from the pupa). The species may be attacked by *Tetrastichus xanthops* acting as tertiary parasite via *Pediobius* in *Enaysma*.

The biology of *P. linus* seems to be yet confused; it appears to be more or less adapted to that of *Apanteles circumscriptus* and shows the same behaviour as *Sympiesis*, since *Pediobius* imagines were obtained from *Apanteles* cocoons of the autumn generation during the

month of January. Nevertheless the majority of *Pediobius* hibernated for a period of about 5 - 6 months as adult larvae in other *Apanteles* cocoons as well as in *Lithocolletis* or *Enaysma* pupae, exposed to the same winter conditions, and the activity of this parasite is, therefore, limited to the period May-October. Parasitism by *Pediobius* is generally rather low; the species was numerous on the spring generation of *messaniella* on *Q. ilex* in 1956 only and the percentage of parasitism never exceeded 3,6 of the parasite complex on *Castanea* (primary parasitism) or 9,1 on *Q. pedunculata* (primary and secondary parasitism together).

Genus *Pnigalio* SCHRANK (1802)

(*Fauna Boica*, vol. 2, 315).

Pnigalio pectinicornis L. (1758) *auct.* (*Syst. Nat.*, ed. 10, vol. I, 568).

Until a revision of *Eulophus* and allied genera has been undertaken, the species of *Eulophus* s.l. having two costulae on the propodeum may be maintained in the genus *Pnigalio* SCHRANK. The importance of the propodeal costulae is certainly reduced, for they may totally disappear on small specimens, especially males, but *Pnigalio* species are also recognized according to other characters. In the *messaniella* parasite complex there are three Eulophid species,

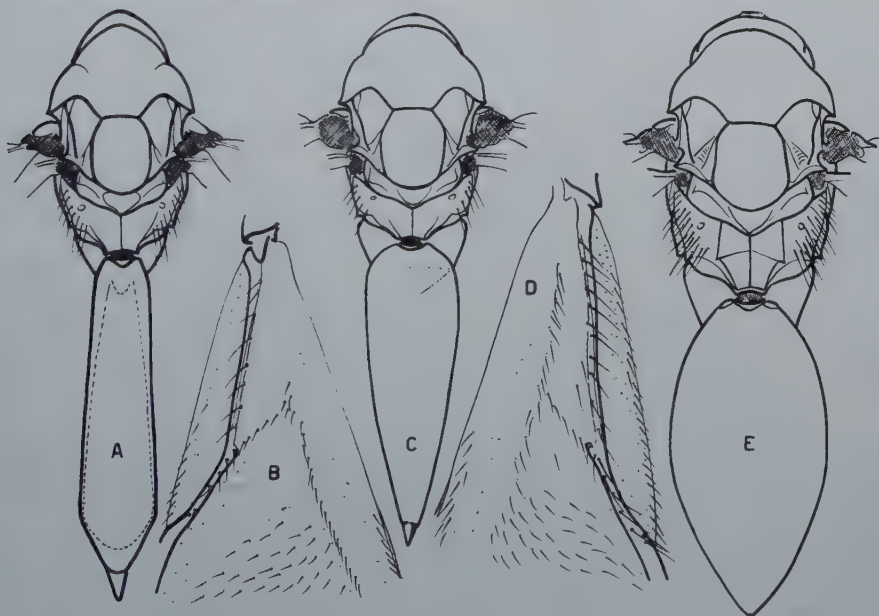


FIG. 18 — *Eulophus padellae* RATZ., thorax and abdomen (A, dorsal view) and base of anterior wing (B); *Sympiesis sericeicornis* NEES, thorax and abdomen (C, dorsal view); *Pnigalio pectinicornis* L., base of anterior wing (D) and thorax with abdomen (E, dorsal view).

of which the females have the same antennal formula and a similar body shape : *Eulophus padellae* RATZBURG, *Sympiesis sericeicornis* NEES and *P. pectinicornis*, represented in Fig. 18. However, the differentiation of these species does not present particular difficulties and rapid identification may be made on the basis of the pubescence of the wings and the form of the abdomen (*).

P. pectinicornis was obtained in the prealpine and Mediterranean regions from *L. messaniella*, *L. roboris* ZELL., *L. blancardella* F., *Tischeria decidua* WCK. and especially from *T. complanella* HB. The parasite generally attacks tissue-feeders, very rarely sap-feeders, of *messaniella* and pupates in the mine. Hibernation takes place as a pupa. *P. pectinicornis* is as rule a primary ectoparasite, but can become secondary via *Enaysma splendens* DEL.; it may be destroyed by the endophagous *Pediobius linus* WALKER and by the ectophagous *Tetrastichus xanthops* RATZBURG, probably also by other ectoparasitic species of the complex.

Genus *Sympiesis* FOERSTER (1856)

(Hym. Stud., 2, 74).

Sympiesis sericeicornis NEES (1834) (Mon. Hym. Ichn. aff, 2, 168).

This species is known as an ectoparasite of *Lithocolletis platani* STGR. (PRINCIPI, 1953 and cited Authors) and of *Oecophyllembius neglectus* SILV. (MASI, 1907) in the Mediterranean region, of *L. quercifoliella* ZELL. in Spain (DÍAZ, 1929), of *Lyonetia clerckella* L., *Lithocolletis schreberella* F., *L. spinicolella* ZELL., *L. populifoliella* TR., *L. ulmifoliella* HB., etc. in central European countries and of *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. in Norway (SUNDBY, 1957). It was reared from *Lithocolletis alpina* FREY in Kt. Bern (on *Alnus viridis*), *L. maestingella* ZELL. (= *faginella* ZELL.) on *Fagus silvatica*, *L. blancardella* F. on *Pyrus malus* and from *Lithocolletis* sp. on *Alnus glutinosa* and *Populus* in the prealpine region. The parasite seems to be very polyphagous and distributed over whole Europe. From *L. messaniella* it has been obtained from England to the Mediterranean area and attacked sap-feeders, tissue-feeders and pupae of the host on all *Quercus* species and on *Castanea sativa*.

Among the *messaniella* parasites, *S. sericeicornis* is one of the most important during the winter generations of the host (Fig. 12); adults emerged during January (1956) and in April-May (1956 and 1957). Against *messaniella* of the spring generation the species remains very active on *Quercus suber* and *ilex*, while its importance decreases considerably on *Castanea* and other *Quercus* species with caducous leaves.

(*) The species name has been proposed by Dr. C. FERRIÈRE; according to Mr. G. J. KERRICH the specimens of *Pnigalio* bred from *messaniella* may be referred to *P. cromus* WALKER.

Sympiesis parasitism on the summer or autumn generation of the host may be considered as occasional. The behaviour of this species may be compared therefore to that of *Apanteles circumscriptus* NEES, for the dispersal of the species from spring to autumn follows its concentration on *L. messaniella* during the winter, especially in the prealpine area; here, *Sympiesis* and *Apanteles* are practically the only parasites attacking the host in the winter, while in the south they generally occur with *Epilampsis gemma* WALKER, *Atoposomoidea pulchra* MASI and *Pnigalio pectinicornis* L. *Sympiesis* is, as a rule, a primary ectoparasite, but may destroy other parasites of the complex, as *Apanteles* and *Enaysma*. Hyperparasitism via *Apanteles* is very low in the Mediterranean area and higher in the prealpine infested places.

Genus *Tetrastichus* HALIDAY (1843)

(*Trans. Ent. Soc. Lond.*, 3, 297).

Tetrastichus xanthops RATZEBURG (1844) (*Ichn. Forstins.*, 1, 170).

This species, originally described by RATZEBURG from material reared from *Rhynchaenus* (*Orchestes*) *fagi* L., is known from the literature as a parasite of miners belonging to different orders in Europe and North America and has been obtained during our investigations from *L. messaniella*, *L. distentella*, *L. roboris*, *L. quercifoliella*, *L. delitella*, *L. maestingella* (*faginella*) ZELL., *L. blancardella* F., from *Lithocolletis* species on *Alnus glutinosa* and on *Populus* and from *Tischeria complanella* HB. Adults of the overwintering generation emerge between March and May and females attack sap-feeders, tissue-feeders and host pupae from spring to autumn. The newly hatched larvae are similar to those described by PRINCIPI (1953) for *T. platanellus* MERCET and the mature larva is easily recognizable owing to its bluish colour. Hibernation occurs in mines as mature larvae. In *messaniella* ptychonomes we observed up to 4 *Tetrastichus* larvae. Cannibalism may occur if the number of larvae exceeds two or three. Hyperparasitism was very often observed via *Enaysma splendens* DEL., *Apanteles circumscriptus* NEES, *Atoposomoidea unifasciata* FOERSTER (on *messaniella*), via *Enaysma albiscapus* DEL. (on *distentella*) and via *Pnigalio pectinicornis* L. (on *Tischeria complanella*). Secondary parasitism may be practically possible through all the species of the parasite complex. *Apanteles* adult larvae are generally destroyed before the spinning of the cocoon, just after issue from the host larvae. Tertiary parasitism is very rare: via *Pediobius* in *Enaysma* pupa; one ptychonome originally containing three *Enaysma* pupae can « produce » *Enaysma* (primary), *Pediobius linus* WALKER (endoparasite, secondary) and *T. xanthops* (ectoparasite, secondary or tertiary).

The importance of this species among the parasites of the *L. messaniella* complex is sometimes evident, because *T. xanthops* very often attacks sap-feeders and therefore destroys the host at the beginning of its larval activity. The species was only twice reared in numbers

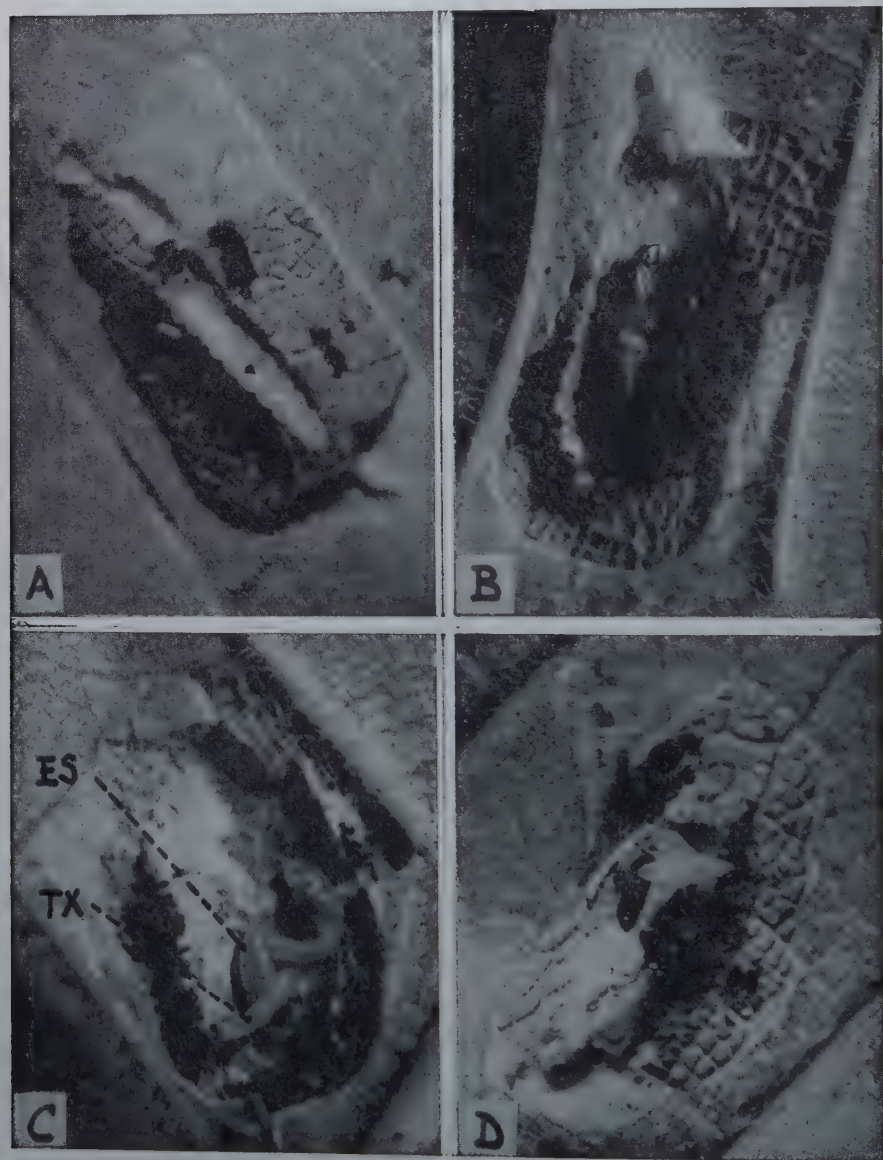


FIG. 19. *Tetrastichus xanthops* RATZ., egg on mature *messaniella* larva (A), on *messaniella* pupa (B), young larvae on mature *Enaysma* larvae (C) and on *Enaysma* pupae (D). ES, *Enaysma splendens*; TX, *Tetrastichus xanthops*.

from *messaniella* mines on *Castanea* (summer generation, 1956; last year generation, 1957) and seems to be more active against *Lithocolletis* on *Quercus* (*messaniella* rearings in cages), where *T. xanthops* may represent the only parasitic species attacking the host.

Chalcidoidea, Encyrtidae.

Genus *Ageniaspis* DAHLBOM (1857)

(Öfvers. Svenska Vet.-Akad. Förh., 14, 292).

Ageniaspis ?atricollis DALMAN (1820) (*Svenska Vet.-Akad. Handl.*, 41, 358).

Identification of the parasite was made by Mr. R. EADY, Commonwealth Institute of Entomology, London, with a query. The species was obtained first in the spring from *L. messaniella* of the last annual generation (overwintering, 1955), then from *Lithocolletis* sp. on *Alnus glutinosa* in July 1956 and again from *messaniella* in August. The occurrence of this parasite in the *messaniella* complex is only occasional and its parasitic action has no importance. As far as is known, the host range of the species seems to be restricted to leaf-miners of the genus *Lithocolletis*.

4 Conclusion

The natural distribution area of the Cork Oak, which species may be considered as food base of *L. messaniella* (see host preference), has its epicentrum in regions situated along the west-central Mediterranean sea belonging to both temperate and warm underzones of the *Lauretum* and showing more than 600 mm rain/year, high temperature during summer and mild winter periods (CORTI & BOSETTO, 1955). Compared with *Q. suber*, *Q. ilex* is more resisting to cold, dryness, variations of temperatures, etc., and the natural *ilex* wood, still remaining the most typical coenosis of the Mediterranean climax, has its optimum in the temperate and cold underzones of the *Lauretum*, reaching under favourable climatic and edaphic conditions the zone of the *Castanetum* (CORTI & MAGINI, 1955), therefore of the deciduous host trees *Castanea* and *Quercus*. *Quercus pedunculata* (= *robur*) has in Europe the greatest diffusion among all *Quercus* species and results better associated than *Castanea* to the evergreens mentioned. In this connection, New Zealand would constitute a suitable milieu for the development of the chief host plants of *L. messaniella*, the climate of part of the North Island being in some respects similar to that of the northern Mediterranean area (fig. 20), and the remaining coasts of the country having a rather mild climate of oceanic type. In Europe, *L. messaniella* is found more or less in all localities where the evergreens mentioned may develop, this means

from England (or perhaps Scotland) to North Africa (consequently having a wide climatic range), and the insect has no economic importance, even remaining in the south more frequent than in the north.

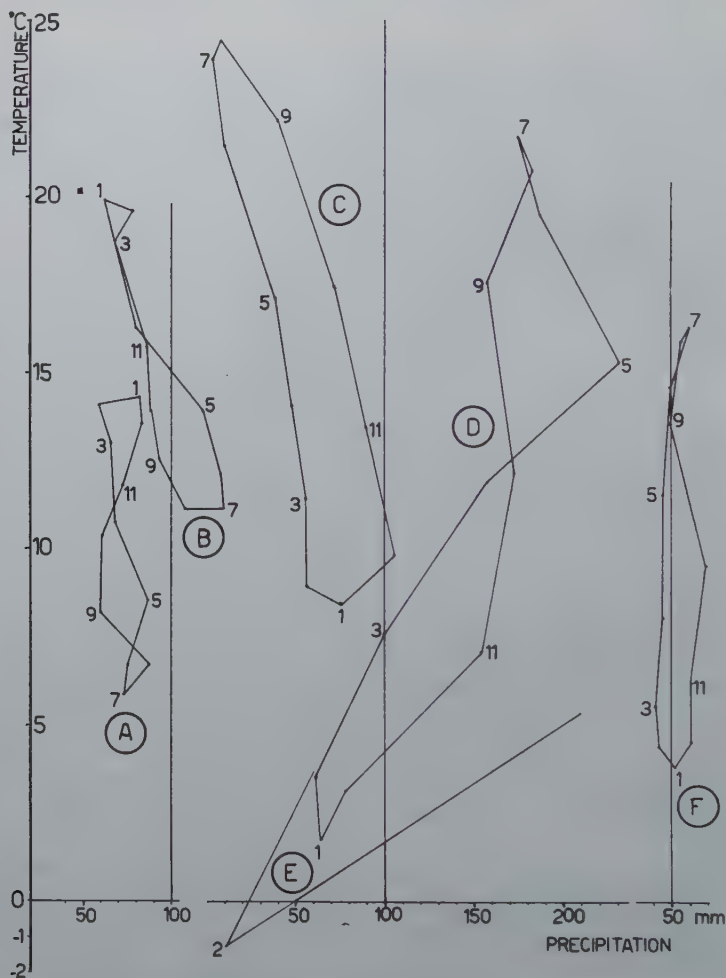


FIG. 20. — Bioclimatograms (A, B, C, D and F, average of 25 years). New Zealand, A (Dunedin) and B (Auckland); Mediterranean area, C (Sardinia, Sassari); Prealpine region, D (Tessin, Lugano) and England, F (Oxford). E, Winter 1956, Prealpine reg. (Lugano).

Even if the list of evergreens, endemic or not, attacked in New Zealand by *L. messaniella* contains a certain number of species belonging to the *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Pittosporaceae*, *Compositae*, *Fagaceae*, etc., the evergreens permitting a full development (egg to adult) during the winter are very likely only *Q. suber* and *Q. ilex*, as in Europe,

so that the question concerning the pluripotence of the insect may not be considered here. The difference with European conditions is, that in New Zealand *all* evergreens (mentioned in published lists; WISE, diff. papers) in association with Oaks carry « millions of eggs » and adults are « present in large numbers » (WISE, 1957, *in litt.*). According to GIVEN (*in litt.*, 1955) « by the end of the winter *Q. suber* trees carry as many mines as the leaves can accomodate ». The host range of the insect during the good season is, on the contrary, much wider in New Zealand than in Europe and the list of attacked deciduous plants — on which full development is possible — includes species of *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Liquidambar*, *Betula*, *Pyrus*, *Prunus*, *Ulmus*, *Carpinus*, even *Platanus*, etc. (WISE, 1957, *in litt.*), though *Q. pedunculata* (= *robur*) remains the « principal summer host plant, infestation on this species commencing about mid-October and continuing until late April » (GIVEN, 1955, *in litt.*). Attack under natural conditions on *Q. pedunculata* in New Zealand is sufficiently clear in fig. 1 (A and B); we only obtained this kind of attack through cage rearings. It seems, therefore, that this « acquired » capacity of *messaniella* to increase in an unusual manner, to spread rapidly through both New Zealand islands and to become a serious pest in the new country of introduction, may be understood as resulting from a particular combination of the pluripotence (*sensu* HERING) of the Microlepidopteron during the good season (intrinsic) with the absence of a parasite complex (extrinsic), but the problem could appear much more complicated. Further investigations on the host might be necessary in a more extended European area for a better understanding of the different questions. Evidently the parasite complex does not constitute the only factor of the environmental resistance in the prealpine and Mediterranean regions and has sometimes a reduced action, but it is possible that good results may be obtained in the control of the Lepidopteron through diffusion of the parasitic species. The only possibility of increasing the environmental resistance in New Zealand seems to be the application of biological control methods. When the introduced parasites, *Apanteles circumscriptus* and *Enaysma splendens*, have been definitely established, the parasite complex could be increased through mass rearing and diffusion of the other most important European species, as *Achrysocharis*, *Sympiesis*, *Atoposomoidea* and *Tetrastichus*; their primary parasitism is, for the purpose of biological control of *messaniella*, more important than their generally reduced hyperparasitic tendency.

5 Summary

The present study on *L. messaniella* ZELLER has been undertaken for the Entomology Division, Dept. of Scientific and Industrial Research, Nelson, New Zealand, during the period 1955 (autumn) — 1957 (spring). Investigations on the Lepidopteron were principally carried out in the prealpine region and extended

to the Mediterranean one to the northern limit of the natural distribution area of the *suber* wood.

The work is divided in two parts. The first one strictly concerns *L. messaniella* and deals with methods of research, host preference, biology and damage. The insect attacks *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Q. sessilis*, *Q. pedunculata* and *Castanea sativa*, and produces blotch mines on the underside of the leaves. There are 5 to 6 generations distributed over the whole year, two of which develop during the winter period. The egg is similar to that of other Lithocolletids; the larval stages are generally six, of which four of plasmophagous (sap-feeder) and two of histophagous (tissue-feeder) type. Pupation takes place in a cocoon in the mine. Adults may live more than two months.

The second part of our work analyzes the most important factors of mortality limiting the *messaniella* population. Tests on the influence of climate have shown the importance of mechanical factors in the destruction of mines on *Castanea* and deciduous *Quercus* species, and that of temperature on the reduction of the larval population on *Q. suber* and *Q. ilex*. The migration of *messaniella* adults in the autumn from trees with caducous leaves to evergreens and the reaction of the leaf-tissue to the larval activity during the winter constitute other factors of the environmental resistance which may strongly reduce the *messaniella* population. Attention was given to the study of the parasite complex on each generation, with particular reference to the interaction of the parasites involved, their importance in different biotopes, their biology and taxonomy. Twenty-one parasitic species (one Braconid and 20 Chalcids) were reared from *L. messaniella*. Nearly all Chalcids belong to the Fam. *Eulophidae* and the majority of them can act as primary as well as secondary parasite. In addition, two Hymenopterous hyperparasites were obtained from the Braconid.

In conclusion of our field work, *Apanteles circumscriptus* NEES and *Enaysma splendens* DEL. were sent by air mail to New Zealand for the biological control of *L. messaniella*.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit beinhaltet Untersuchungen über *Lithocolletis messaniella* ZELL. (Lepidoptera, Gracilariidae) und deren Parasiten, die im Auftrage der Entomology Division, Dept. of Scientific and Industrial Research, Nelson, Neuseeland, durchgeführt wurden. Die biologischen Beobachtungen wurden aus praktischen Gründen hauptsächlich in der südlichen Voralpenregion (Tessin und angrenzendes italienisches Gebiet), die Aufsammlungen von Parasitenmaterial im mediterranen Gebiet Mittelitaliens bis zur Grenze des natürlichen Korkeichen-vorkommens durchgeführt.

Im ersten Teil der Arbeit werden Beobachtungen über Biologie, Wirtswahl und Schadbedeutung von *L. messaniella* mitgeteilt. Der Falter legt auf *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Q. pedunculata*, *Q. sessilis* und auf *Castanea sativa* ab und die Raupen erzeugen Faltenminen auf der Blattunterseite. Es sind 5-6 über das ganze Jahr verteilte Generationen vorhanden, wovon 2 in das Winterhalbjahr fallen. Von den 5-6 Larvenstadien sind die ersten 3-4 plasmophag, die beiden letzten histophag. Die Verpuppung erfolgt im Gespinst in der Mine. Die Lebensdauer der Imagines kann 2 Monate überschreiten.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die wichtigsten, an der Reduktion der *messaniella*-Population beteiligten Mortalitätsfaktoren behandelt. Auf immergrünen Eichen können tiefe Wintertemperaturen indirekt, durch Beeinflussung des physiologischen Zustandes der Wirtspflanzen, die Larvenpopulation von *messaniella* stark reduzieren, während auf laubabwerfenden Bäumen mechanische Klimafaktoren (Hagel, starker Regen, Wind) die Minen zerstören können. Der herbstliche Ueberflug der Falter von laubabwerfenden zu immergrünen Gehölzen und physiologische Reaktionen des Blattgewebes der letzteren auf die Minenbildung stellen weitere bedeutende Mortalitätsfaktoren dar. Eingehend wurde vor allem der Parasitenkomplex der einzelnen Generationen untersucht, wobei besonders taxonomische und biologische Fragen und das Zusammenspiel der einzelnen Parasitenarten näher studiert wurden. Es konnten 21 Parasiten (1 Braconiden-Art und 20 Chalcidier-Arten) aus *L. messaniella* gezüchtet werden, wobei die Chalcidier fast durchwegs der Familie der Eulophidae angehören. Die meisten der gezogenen Chalcidier können sich sowohl als Primär— wie auch als Sekun-

därparasiten entwickeln. Zwei Arten sind ausschliesslich als Sekundärparasiten via *Apanteles* erhalten worden.

Zum Abschluss unserer Feldarbeit wurden *Apanteles circumscriptus* NEES und *Enaysma splendens* DEL. in grösserer Zahl gesammelt und per Luftpost nach Neuseeland verfrachtet, wo sie zur biologischen Bekämpfung der dorthin verschleppten *Lithocolletis*-Art eingesetzt werden sollen.

REFERENCES

- ARRU, G. — 1956, MS. Osservazioni sull'etologia della *Lithocolletis messaniella* ZELL. (*Lepidoptera Gracilariidae*) in Sardegna. In press.
- ASHMEAD, W. H. — 1904. Classification of the Superfamily Chalcidoidea. — *Mem. Carnegie Mus.*, **1**, 354.
- CAMERON, E. — 1939. The Holly Leaf-miner (*Phytomyza ilicis* CURT.) and its parasites. — *Bul. Ent. Res.*, **30**, 173-208.
- CIAMPOLINI, M. — 1952. La *Pseudonapomyza dianthicola* VENTURI (Dipt. Agromyzidae). — *Redia*, **37**, 69-120.
- CORTI, R. — 1955, a. Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del genere *Quercus* della flora italiana. II. — *Ann. Acad. Ital. Sci. Forest.*, **4**, 55-136.
- CORTI, R. — 1955, b. Ricerche sulla vegetazione dell'Etruria. X. — *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. s., **62**, 75-262.
- CORTI, R. & G. BOSETTO. — 1955. Sughera. — *Monti e boschi*, **6**, 561.
- CORTI, R. & E. MAGINI. — 1955. Leccio. — *Monti e boschi*, **6**, 574.
- DELUCCHI, V. — 1954, a. Revision der Chalcidierarten der Gruppe. *Derostenus-Chrysocharis* (Euloph., Entedontinae). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **27**, 281-305.
- DELUCCHI, V. — 1954, b. *Pullus impexus* (MULS.) (Coleoptera, Coccinellidae), a predator of *Adelges piceae* (RATZ.) (Hemiptera, Adelgidae), with notes on its parasites. — *Bull. Ent. Res.*, **45**, 243-278.
- DIAZ, B. — 1929. *Lithocolletis quercifoliella* z., y parásitos de esta especie obtenidos en el laboratorio de la Fauna Forestal Espanola. — *Rev. Fitopat.*, **4-6** (1926-1928), 23-27.
- FERRIÈRE, C. — 1952. Parasites de *Lyonetia clerckella* en Valais (Hym. Chalcidoidea). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **25**, 29-40.
- FERRIÈRE, C. — 1953. Les parasites de *Lithocolletis platani* en Italie. — *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **19**, 395-404.
- FREY, H. — 1880. Die Lepidopteren der Schweiz, p. 415, Leipzig.
- GAHAN, A. B. & M. M. FAGAN. — 1923. The type species of the genera of Chalcidoidea of Chalcid flies. — *U. S. Natl. Mus. Bul.*, 124.
- GIVEN, B. B. — 1957, MS. Oak Leaf-miner (*Lithocolletis messaniella* z.). *Interim report on Parasite Introduction*.
- GRANDI, G. — 1929. Contributo alla conoscenza della *Tischeria gaunacella* DUP. ed appunti sulla *Tischeria complanella* HBN. (*Lepidoptera — Tischeriidae*). — *Boll. Lab. Ent. Ist. Sup. Agr. Bologna*, **2**, 192-245.
- GREGOR, F. — 1952. The quercicolous *Lithocolletis* HB. in CSR. — *Folio Zool. et Ent.*, **1(15)**, 24-56.
- HEINEMANN, H. V. — 1877. Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz, vol. **2**, p. 665, Braunschweig.
- HERING, E. M. — 1951. Biology of Leaf miners. Den Haag.
- HERING, E. M. — 1955. Zur Nahrungswahl phytophager Insekten. — *Verh. deutsch. Ges. ang. Ent.*, Jhg. 1954, 29-38.
- HERING, E. M. — 1957. Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa. I-III. Den Haag.
- JACOBS, S. N. A. — 1945. On the British species of the genus *Lithocolletis* HB. — *Proc. Sth. Lond. Ent. Nat. Hist. Soc.*, (1944-1945), 32-59.
- JORDAN, K. — 1886. Die Schmetterlingsfauna Nordwest-Deutschlands, p. 160, Jena.
- LHOMME, L. — 1935. Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique, vol. **2**, fasc. 7, 995-996.

- MARTIN, J. L. — 1956. The bionomics of the Aspen Blotch Miner, *Lithocolletis salicifoliella* CHAM. (*Lepidoptera* : *Gracilariidae*). — *Can. Ent.*, **88**, 155-168.
- MASI, L. — 1907. Contribuzioni alla conoscenza dei Calcididi italiani. — *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, **1**, 255.
- MASI, L. — 1944. Nuovi reperti di Calcididi nella Liguria (*Hym. Paras.*). — *Mem. Soc. Ent. Ital.*, **23**, 84.
- MEYRICK, E. — 1895. A Handbook of British *Lepidoptera*, p. 743. London.
- MINA-PALUMBO, F. & L. FAILLA-TEDALDI. — 1889. Materiali per la Fauna Lepidotterologica della Sicilia. — *Nat. Siciliano*, **7-8**, 138.
- MITTERBERGER, K. — 1921. Die *Lithocolletis*-Arten um Steyr in Oesterreich. — *Deutsch. Ent. Z.*, Jhg. 1921, 331-354.
- MORRIS, R. F. — 1957. The interpretation of Mortality Data in Studies on Population Dynamics. — *Can. Ent.*, **89**, 49-69.
- PRINCIPI, M. — 1953. Sviluppo postembrionale ed etologia della *Lithocolletis platani* STGR. (*Lepidoptera Gracilariidae*). — *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **19**, 171-250.
- REBEL, H. (STAUDINGER, O. and) — 1901. Catalog der Lepidopteren des palaearctischen Faunengebietes, 2. Teil, p. 214, Berlin (3. Aufl.).
- REUTTI, C. — 1898. Uebersicht der Lepidopteren-Fauna des Grossherzogtums Baden, p. 272, Berlin.
- SCHUETZE, K. T. — 1931. Die Biologie der Kleinschmetterlinge unter besonderer Berücksichtigung ihrer Nährpflanzen und Erscheinungszeiten. Frankfurt a. M.
- STANTON, H. T. — 1857. The natural History of the *Tineina*, vol. **2**, 234-245, London.
- STANTON, H. T. — 1859. A Manual of British Butterflies and Moths, vol. **2**, p. 420, London.
- STANTON, H. T. — 1869. The *Tineina* of Southern Europe. London.
- SUIRE, J. — 1951. Microlépidopères des plantes caractérisant les zones naturelles de la costière. — *Mem. Soc. Etudes Sci. Nat. Nîmes*, No. 8.
- SUNDBY, R. — 1953. Studies on the leaf-mining moth, *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK., I. — *Nytt. Mag. Zool.*, **1**, 98-128.
- SUNDY, R. — 1957. The parasites of *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. and their relation to the population dynamics of the leaf-miner. — *Norsk Ent. Tids.*, Suppl. **2**, 153 pp.
- TELENGA, N. A. — 1955. Fauna USSR. *Braconidae*. — *Zool. Inst. Acad. Nauk USSR*, Leningrad, **5**, Pt. 4, 51.
- VORBRODT, K. & J. MÜLLER-RUTZ. — 1914. Die Schmetterlinge der Schweiz, 2, p. 531, Bern.
- WATSON, W. Y. — 1956. A description of the immature stages of *Lithocolletis salicifoliella* CHAM. (*Lepidoptera* : *Gracilariidae*). — *Can. Ent.*, **88**, 168-177.
- WILKINSON, D. S. — 1938. On the identity of *Apanteles circumscriptus* NEES (*Hym. Braconidae*). — *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (B)*, **7**, 41-51.
- WISE, K. A. J. — 1953, a. Occurrence of the Oak Blotch Miner *Lithocolletis messaniella* ZELLER (*Lepidoptera* : *Gracilariidae*) in New Zealand. — *Trans. R. Soc. N. Z.*, **81**, 65-66.
- WISE, K. A. J. — 1953, b. Host plants of *Lithocolletis messaniella* ZELLER (*Lepidoptera* : *Gracilariidae*) in New Zealand. — *N. Z. J. Sci. Tech.*, **35** (A), 172-174.
- WISE, K. A. J. — 1953, c. Leaf-mining Pests in New Zealand. *N. Z. J. Agric.*, July.
- WISE, K. A. J. — 1954. Records and observations of New Zealand *Lepidoptera*. — *N. Z. Entomologist*, **1** (4), 27-30.
- WISE, K. A. J. — 1954, MS. Discussion on the pluripotency of an Insect. Unpublished.
- WISE, K. A. J. — 1955. Notes on New Zealand *Lepidoptera*. — *N. Z. Entomologist*, **1** (5), 13.

(European Laboratory, Commonwealth Institute of Biological Control, Delémont (Bern) Switzerland).

PTEROMALUS PINI HARTIG (1838) :
SPECIE TIPO DI *BEIERINA* gen. nov.
(HYM., CHALCIDOIDEA)

di

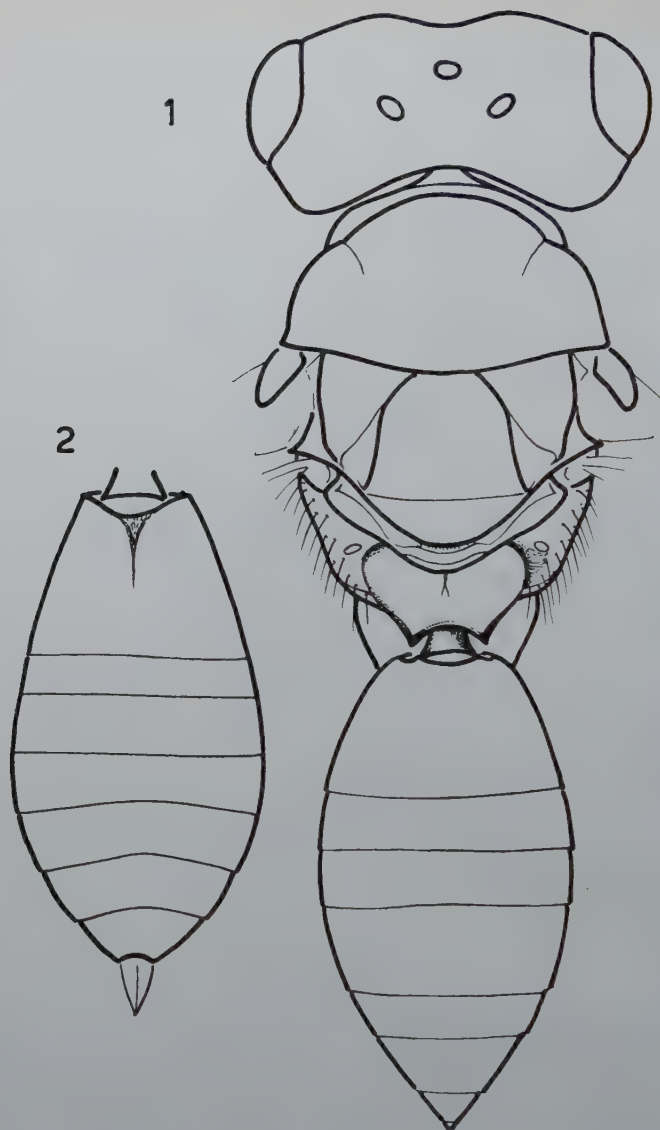
VITTORIO DELUCCHI

Originariamente descritta da HARTIG (1838) quale parassita di *Apanteles liparidis* BOUCHÉ (= *A. nemorum* HARTIG), la specie venne successivamente identificata da RATZEBURG (1844-1852) che la ottenne dallo stesso ospite. Dal 1852 in poi, *pini* HARTIG diventa un semplice nome di catalogo (DALLA TORRE, 1898; SCHMIEDEKNECHT, 1909). Nel 1925 la specie é descritta da FERRIÈRE et FAURE sotto il nome di *Schizonotus pailloti* n. sp., ottenendola da bozzoli di *Apanteles glomeratus* L., noto parassita di *Pieris brassicae* L.; l'aspetto generale della specie é raffigurato dai due Autori in modo abbastanza preciso e non esistono quindi dubbi circa l'identità delle due forme *pini* e *pailloti*. *Pteromalus pini* risulta molto diverso dalla specie tipo del genere *Schizonotus* e non appartiene a nessuno dei generi di Pteromalidi finora conosciuti; esso é quindi la specie tipo del nuovo genere *Beierina*, di cui segue la descrizione.

Beierina gen. nov.

Antenne di 13 articoli, 11263 nei due sessi, inserite al centro della faccia; scapo subcilindrico, lungo circa quanto la fronte; pedicello corto, tondeggianti nel maschio; flagello filiforme, ben pubescente nel maschio; clava della femmina con micropilosità molto ridotta. Capo trasverso, visto frontalmente di forma ellittica, convesso al vertice, arrotondato dietro gli occhi e le guance. Depressione frontale più marcata nel maschio che nella femmina; regione inferiore della faccia piuttosto piatta e ben punteggiata. Guance convesse, sutura suboculare diritta, occhi ovali e relativamente piccoli e non sporgenti; triangolo ocellare ottuso; clipeo a superficie striata, a margine anteriore bilobato e ben inciso al centro.

Torace convesso. Pronoto corto, più stretto del mesonoto, con collare anteriormente carenato, più stretto al centro che ai lati e a superficie parzialmente liscia e lucente. Mesonoto con solchi parap-



Beierina pini HARTIG

- 1, aspetto generale del corpo della femmina
2, addome del maschio.

sidali incompleti, sutura scutoscutellare poco sinuosa; scutello convesso, allungato, diviso dal frenum; tutto il mesonoto é punteggiato come la superficie della faccia. Metascutello trasverso, liscio, anteriormente carenato, delimitato da due solchi trasversali ben distinti. Propodeo di forma caratteristica, a regione centrale ben convessa, bordo centro-

posteriore molto sottile, rialzato e ben arcuato, carene laterali deboli nel tratto mediano, fortemente ricurve, carena mediana debole o mancante, superficie debolmente reticolata; distanza massima tra le due carene laterali tre volte maggiore della lunghezza del propodeo misurata sulla linea mediana. Dal tratto posteriore della carena laterale, lo sclerite strapiomba sulla fovea apicalis, che é strettissima e ben sinuosa. Solco spiracolare sostituito da una debole depressione, spiracoli allungati, callus più o meno liscio e poco fimbriato. Parte laterale del prepectus punteggiata, mesepimeron superiore liscio, metapleura poco reticolata. Zampe eleganti. Ali ialine; marginalis poco più lunga della postmarginalis e lunga il doppio della stigmatis, stigma piccolo; cellula costale dell'ala anteriore pubescente tanto inferiormente che superiormente; cubitalis e basalis pubescenti, la prima raggiungente quasi la base dell'ala; specolo prebasale ridotto, il postbasale nitido; cilia apicali normali, cellula costale dell'ala posteriore glabra.

Peziole subconico, piccolo, da trasverso a suballungato. Addome della femmina lungo quanto il torace, più o meno ellittico, dorsalmente concavo; primo urotergo ricoprente un terzo dell'addome e a margine posteriore generalmente diritto; valve della terebra non sporgenti. Addome del maschio ovale allungato, leggermente più piccolo di quello della femmina, piatto, con macula traslucida.

Specie tipo del genere : *B. (Pteromalus) pini* HARTIG.

Neotipo (femmina) e un paratipo (maschio) provenienti da Speising (Austria), leg. Wachtl, 23 maggio 1889, depositati presso il Museo di Storia Naturale di Vienna. Allevati da *Aporia crataegi* L. (Lep., Pieridae) insieme con una specie di *Apanteles*; secondo HARTIG (1838), RATZBURG (1844-1852) e FERRIERE & FAURE (1925), *B. pini* é un parassita secondario delle Pieridi. La specie ha capo e torace verde tendente al bluastro, addome bruno a riflessi verdastri; zampe e antenne color ocra, talvolta le cosce posteriori e meno frequentemente le anteriori brune o verdi alla base. Femmina con primo articolo del funicolo suballungato (8 : 6) e sesto articolo quadrato (6); gli articoli del funicolo del maschio sono tutti più lunghi che larghi.

Questo nuovo genere sembra avvicinarsi a *Kaleva* GRAHAM (1957) per la particolare forma del propodeo e per l'aspetto generale del corpo. Esso é dedicato al Dr. MAX BEIER, Museo di Storia Naturale di Vienna, che ha sempre facilitato il nostro lavoro di ricerca sulla sistematica dei Pteromalidi.

RÉSUMÉ

Pteromalus pini HARTIG (1838) est l'espèce type du nouveau genre *Beierina*, que nous venons de décrire. Elle a été élevée à l'origine de *Apanteles liparidis* BOUCHÉ (*A. nemorum* HARTIG) et redécrite ensuite sous le nom de *Schizonotus pailloti* FERRIERE & FAURE (1925), parasite de *Apanteles glomeratus* L. Le nouveau genre *Beierina* se rapproche beaucoup du genre *Kaleva* GRAHAM (1957) par la forme particulière du propodeum et l'aspect général du corps.

BIBLIOGRAFIA

- DALLA TORRE, C. G. DE. — 1898. Catalogus Hymenopterorum. **5**, *Chalcididae* et *Proctotrupidae*. — Lipsiae, p. 141.
- FERRIÈRE, CH. & J. C. FAURE. — 1925. Contribution à l'étude des Chalcidiens parasites de l'*Apanteles glomeratus* L. — *Ann. Epiphyties*, **11**, 221-234.
- GRAHAM, M. W. R. DE V. — 1957. A new genus and two new species of *Pteromalidae* (*Hym.*, *Chalcicoidea*) from Europe. — *Ann. Ent. Fenn.*, **23**, 71-77.
- HARTIG, TH. — 1838. Ueber den Raupenfrass im Königl. Charlottenburger Forste unfern Berlin, während des Sommers 1837. — *Jahresber. Fortschr. Forstw. u. Forstl. Naturkde.*, **1**, 252-253.
- RATZEBURG, J. T. CH. — 1844-1852. Die Ichneumoniden der Forstinsecten. — Berlin, **1** (p. 193), **2** (p. 194), **3** (237).
- SCHMIEDEKNECHT, O. — 1909. *Hymenoptera*, Fam. *Chalcididae*. — Genera Insectorum, Bruxelles, p. 350.

(*European Laboratory, Commonwealth Institute of Biological Control, Delémont (Be), Svizzera*).

BRACHYMERIA (HYM. CHALCIDIDAE) PARASITES
DE *ANOMIS FLAVA* F. A MADAGASCAR.

par

J. R. STEFFAN

Au cours d'une mission à Madagascar, M. R. DELATTRE, entomologiste de l'Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques, a observé qu'un nombre très élevé de chrysalides de la Noctuelle *Anomis flava* F., nuisible au Cotonnier, était parasité par des *Brachymeria*. Leur étude a révélé qu'elles appartenaient à deux espèces. La première, assez rare, n'est autre que *B. multicolor* (KIEFF.) dont nous donnons une nouvelle diagnose, celle de KIEFFER renfermant des inexactitudes. La seconde est une forme encore inédite, *B. tibialis* sp. n., qui semble jouer un important rôle économique.

***Brachymeria multicolor* (KIEFF.) (fig. 1 et 2).**

Chalcis multicolor KIEFFER 1904, *Berl. Ent. Zeit.*, 49, p. 261 (1).

Redescription de l'espèce.

Longueur de la ♀ : 6,7 - 6,1 mm; longueur du ♂ : 6,3 - 5,7 mm.

♀ ♂. Tête noire, le labre et les mandibules rouge brunâtre (2); antennes à scape, pédicelle et annellus roux, le funicule noir. Thorax rouge brunâtre orné de macules noires au moins présentes sur le mesosternum, les mésopleures et le propodeum. Abdomen également rouge brunâtre, mais parfois très sombre, le disque des tergites I et II souvent taché de noir. Tegulae jaunes. Pattes I et II rousses, la face antérieure des tibias ornée d'une étroite bande longitudinale jaune-soufre. Hanches III rouge brunâtre, parfois maculées de noir à leur base; fémurs III rouge brunâtre, ornés à l'apex d'une macule dorsale jaune-soufre extrêmement petite, souvent presque invisible, le lobe articulaire blanchâtre; tibias III jaune soufre, leur arête ventrale externe noire, leur base rousse ou rouge brunâtre comme une bande latérale distinc-

(1) Le type de KIEFFER, conservé au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, est étiqueté « *Chalcis tricolor* » de la main de l'auteur (!).

(2) Dans la description originale, KIEFFER a confondu le labre avec le clypeus.

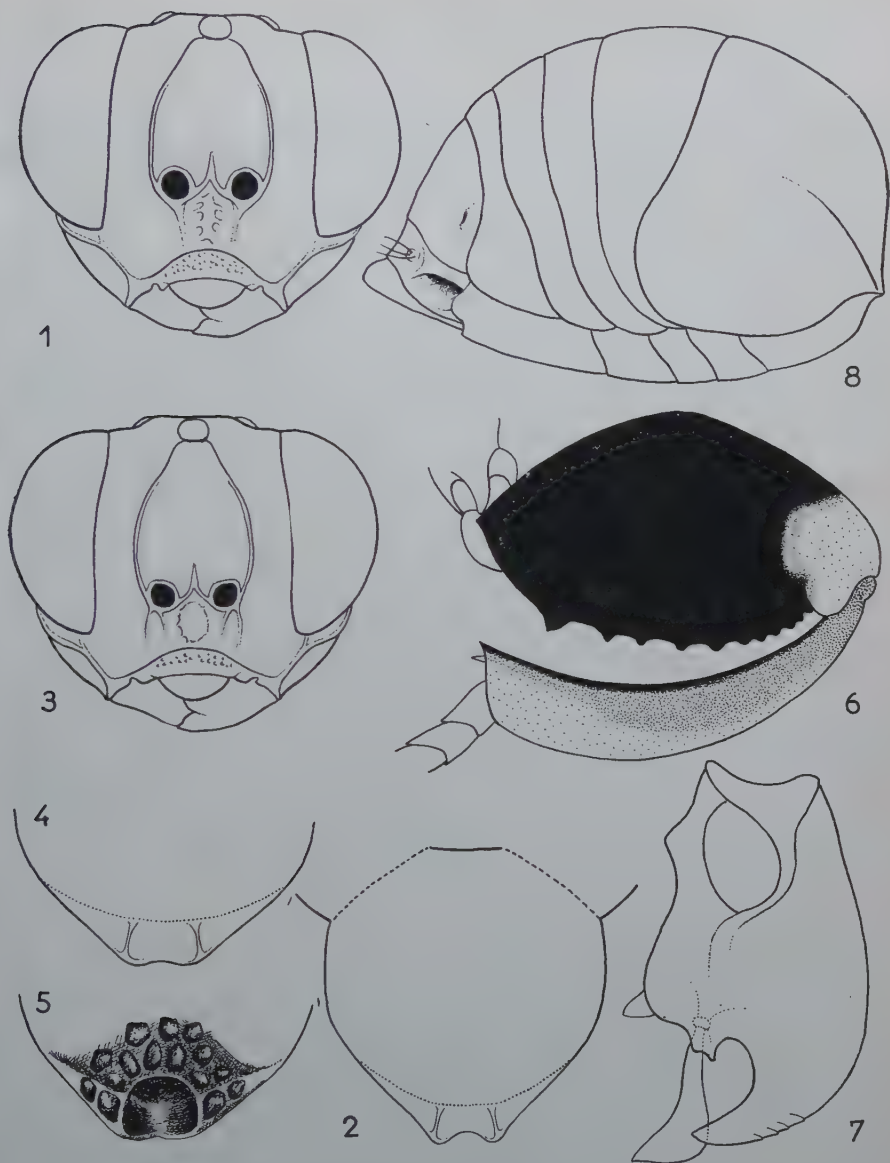
tement limitée et d'égale épaisseur sur toute la longueur des tibias. Ailes à disque légèrement enfumé, les ailes antérieures plus sombres encore sur le trajet du secteur de la radiale et de M 1 + 2.

Tête, vue de face, légèrement transverse, sa hauteur égale aux $3/4$ de sa largeur (♀), ou aux $2/3$ de sa largeur (♂). Yeux peu saillants. Bords internes des orbites à peine divergents vers la bouche, leur longueur toujours supérieure à la largeur du vertex. Ligne oculaire inférieure passant à égale distance de la base du scrobe et du sommet du clypeus (♀), ou presque tangente au sommet du clypeus (♂). Largeur de l'ouverture buccale égale à celle du vertex. Front, joues et tempes recouverts de soies arquées ou dressées formant une pubescence très peu épaisse. Carènes bordant le scrobe émettant une paire de costules qui limitent l'aire supraclypéaire; celle-ci, glabre, est ornée d'une sorte de large crête médiane émoussée, un peu mate, finement chagrinée. Carènes génales formant avec la verticale un angle de 45° environ; carènes postorbitaires formant avec la carène génale un angle très obtus, si bien que l'aire génale est trapézoïdale ou triangulaire; carènes préorbitaires nulles. Ocelles latéraux distants des orbites d'une longueur inférieure à leur diamètre. Mandibule droite à 3 dents; mandibule gauche à 2 dents.

Flagelle antennaire cylindrique, sa longueur égale à la largeur de la tête; longueur du scape égale à celle des 4 premiers articles du flagelle réunis (♀ ♂); funicule I à peine plus long que large; funicule VII, guère plus court que le funicule I, légèrement transverse (♀ ♂); face inférieure des 5 premiers articles funiculaires du ♂ pourvue d'une plage de grosses sensilles trichodées.

Bord antérieur du mésosternum relevé en deux lobes triangulaires. Disque scutellaire, vu latéralement, aussi haut que long, sa surface dorsale généralement presque horizontale dans sa moitié antérieure, puis brusquement déclive dans sa moitié distale; limbe scutellaire (*postscutellum*) différencié à l'apex en deux petits lobes arrondis très distincts mais peu éloignés l'un de l'autre. Mésonotum sculpté de fovéoles sétigères polygonales séparées par de très étroites crêtes chagrinées. Propodeum incliné presque verticalement.

Hanches III cunéiformes, à peine 1 fois $1/2$ plus longues que larges, leur face ventrale pourvue, au delà de leur milieu, d'une petite tubérosité dentiforme. Fémurs III, dépourvus de denticule interne, environ 2 fois plus longs que larges, leur bord dorsal régulièrement arqué, leur bord ventral armé d'une dizaine de dents petites, arrondies, espacées, la première franchement plus robuste que les suivantes; disque de ces fémurs sculpté de très petites fovéoles sétigères ponctiformes presque contiguës, le tégument absolument lisse entre ces fovéoles. Tibias III de la ♀ d'épaisseur normale comme les tarses correspondants, les griffes de ces derniers munies d'une soie falciforme élargie à l'apex et engainée, à sa base, par un processus saillant.



Légende des figures.

FIG. 1 : *Brachymeria multicolor* (KIEFF.) ♀ : tête ; FIG. 2 : *id.*, scutellum ; FIG. 3 : *B. tibialis* sp.n. f. *typica* ♀ : tête ; FIG. 4 : *id.*, apex du scutellum ; FIG. 5 : *B. tibialis* sp.n. var. *stigmosa* n. ♀ : apex du scutellum ; FIG. 6 : *Brachymeria tibialis* sp. n. f. *typica* ♀ : fémur et tibia postérieurs ; FIG. 7 : *id.*, griffe des tarses postérieurs (face interne) ; FIG. 8 : *id.*, abdomen.

Ailes antérieures à cellule costale égale au double de la marginale; postmarginale très allongée, égale ou un peu supérieure à la moitié de la marginale.

Abdomen ovoïde, à tergite VII faiblement saillant chez la ♀. Disque du tergite I lisse; disque du tergite II finement et densément ponctué, toute sa moitié antérieure sculptée, en outre, de nombreux et gros points varioliques; tergite VII (♀) excavé latéralement par deux fossettes elliptiques allongées. Dernier sternite (♀) échancré à l'apex entre deux lobes latéraux.

Nous avons pu examiner 6 ♀♀ et 3 ♂♂ de cette espèce. Tous les individus, au nombre desquels figurait le type, provenaient, soit de la partie méridionale de Madagascar, soit de la côte orientale de l'île. 2 ♀♀ ont été obtenues en 1956 d'une chrysalide de *Anomis flava* F. (*Lep. Noctuidae*) sur cotonnier, dans la région de Tuléar, par M. R. DELATTRE. 1 ♂ a éclos, en novembre 1940, d'une chrysalide de *Colotis zoe* GRAND. (*Lep. Pieridae*) récoltée à Behara par J. SEYRIG.

Cette espèce qui appartient à la « section *Oncochalcis* CAM. » (1), c'est-à-dire au « groupe *B. marginata* (CAM.) », ne peut être confondue avec les autres *Brachymeria* malgaches ou sud-africaines à thorax et abdomen rouges. Ces dernières rentrent, en effet, dans le « groupe *B. polyctor* (WLK.) » dont les principaux caractères plastiques, opposés à ceux de la section précédente, sont les suivants : mandibules droite et gauche bidentées, tête à yeux très saillants et à ouverture buccale plus étroite que le vertex, les carènes préorbitaires nulles ou vestigiales, limbe scutellaire différencié en deux lobes dentiformes très robustes, hanches III allongées et fusiformes, tergite VII (♀) à fossettes latérales guttiformes, très petites, dernier sternite (♀) non échancré à l'apex. De plus, le scape antennaire de ces espèces est toujours noir, alors qu'il est franchement roux chez *B. multicolor*.

Brachymeria tibialis sp. n. (fig. 3 à 8).

Longueur de la ♀ : 7,2 - 5,0 mm (longueur moyenne : 6,3 mm); longueur du ♂ : 5,9 - 4,0 mm (longueur moyenne : 4,8 mm).

♀ ♂. Tête, y compris les antennes et les mandibules, thorax et abdomen, noirs. Tegulae jaunes. Pattes I et II jaune-soufre, le tiers basal des fémurs noir et leur tiers médian roux. Hanches et fémurs III noirs, ces derniers ornés à l'apex d'une grande macule latéro-dorsale jaune-soufre cernée de roux, le lobe articulaire blanchâtre; tibias III jaune-soufre, leur arête ventrale externe noire, leur base rousse comme

(1) Si *Oncochalcis* n'a pas de valeur générique, ainsi que l'affirme avec raison WATERSTON, il peut fort bien désigner une section de *Brachymeria* particulièrement riche en espèces dans les régions tropicales de l'ancien monde, et dont le type est *O. marginata* CAM. Cette forme indienne est bien représentée dans WATERSTON, 1922, *Indian Forest Records*, 9, 53-54.

une bande latérale très diffuse qui s'amincit progressivement vers l'apex des tibias. Ailes parfaitement hyalines.

Tête, vue de face, légèrement transverse, sa hauteur égale aux $\frac{3}{4}$ de sa largeur (♀), ou aux $\frac{2}{3}$ de sa largeur (♂). Yeux peu saillants. Bords internes des orbites à peine divergents vers la bouche, leur longueur toujours supérieure à la largeur du vertex. Ligne oculaire inférieure passant à égale distance de la base du scrobe et du sommet du clypeus (♀), ou tangente au sommet du clypeus (♂). Largeur de l'ouverture buccale égale à celle du vertex. Front, joues et tempes recouverts de soies presque couchées formant une pilosité épaisse ne cachant cependant pas les téguments. Carènes bordant le scrobe émettant deux paires de costules qui limitent l'aire supraclypéaire; celle-ci, très peu pubescente, est ornée d'une tubérosité elliptique absolument lisse. Carènes génales formant avec la verticale un angle de 45° environ; carènes postorbitaires formant avec les carènes génales un angle très obtus, si bien que l'aire génale est trapézoïdale ou triangulaire; carènes préorbitaires nulles. Ocelles latéraux distants des orbites d'une longueur inférieure à leur diamètre. Mandibule droite à 3 dents; mandibule gauche à 2 dents.

Flagelle antennaire cylindrique, sa longueur un peu inférieure à la largeur de la tête; longueur du scape nettement supérieure à celle des 4 premiers articles du flagelle réunis (♀), ou égale à celle de ces 4 articles réunis (♂); funicule I, à peine plus long que large; funicule VII, guère plus court que le funicule I, subcarré ou transverse (jusqu'à 1 fois $\frac{1}{2}$ plus large que long chez les ♀♀ de petite taille ou les ♂♂); face inférieure des 5 premiers articles funiculaires du ♂ pourvue d'une plage de grosses sensilles trichodées.

Bord antérieur du mésosternum relevé en deux lobes triangulaires peu saillants. Disque scutellaire, vu latéralement, à peine plus long que haut, sa surface dorsale généralement inclinée et un peu convexe, puis brusquement déclive dans son tiers distal à sculpture ombiliquée (forme *typica*), ou curieusement déprimé par une nette aréole lisse et brillante (var. *stigmosa* n.); limbe scutellaire (*postscutellum*) faiblement échancré à l'apex, sans lobes distincts. Mésonotum sculpté de fovéoles sétigères subpolygonales ou même rondes, séparées par un étroit interstice plan ou des crêtes émoussées, cet interstice, ou ces crêtes, finement chagriné sauf sur le scutellum. Propodeum incliné presque verticalement.

Hanches III trapues, cunéiformes, environ 1 fois $\frac{1}{2}$ plus longues que larges, leur face ventrale pourvue, au delà de leur milieu, d'une petite tubérosité dentiforme. Fémurs III, dépourvus de denticule interne, presque 2 fois plus longs que larges, leur bord dorsal nettement anguleux, leur bord ventral armé d'une dizaine de dents petites, arrondies, espacées, la première franchement plus robuste que les suivantes; disque de ces fémurs sculpté de très petites fovéoles sétigères poncti-

formes presque contiguës, le tégument absolument lisse entre ces fovéoles. Tibias III de la ♀ très épais comme les tarses correspondant; les griffes de ces derniers munies d'une soie falciforme élargie à l'apex et engagée, à sa base, par un processus saillant.

Ailes antérieures à cellule costale égale au double de la marginale; postmarginale très allongée, égale ou à peine inférieure à la moitié de la marginale.

Abdomen ovoïde, à tergite VII faiblement saillant chez la ♀. Disque du tergite I lisse ou très légèrement squamulé; disque du tergite II finement et densément ponctué, sa base sculptée, en outre, de quelques rares points varioliques disposés en une ou deux rangées; tergite VII (♀) excavé latéralement par deux fossettes elliptiques allongées. Dernier sternite (♀) échancré à l'apex entre deux lobes latéraux.

Forme *typica*. Holotype : 1 ♀, Bekily (Sud de Madagascar); III-1930; J. SEYRIG. Allotype : 1 ♂, même origine. Paratypes : 15 ♀♀ et 11 ♂♂, Bekily; III-1930; IV-1932; IV-1933; 1 ♀, Pianarantsoa (Sud de Madagascar); II-1940; 1 ♀, Ihosy (Sud de Madagascar); II-1933; tous récoltés par J. SEYRIG; 1 ♀, Antanimora (Sud de Madagascar), 1926; R. DECARY; 35 ♀♀ et 18 ♂♂, région de Tulear (Sud de Madagascar), IV-1956; R. DELATTRE. Var. *stigmosa* n. Holotype : 1 ♀, Bekily; IX-1933; J. SEYRIG. Paratype : 1 ♀, même origine. Types et paratypes déposés au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

La plupart des individus (forme *typica*) recueillis par J. SEYRIG sont éclos de chrysalides de Noctuelles et de Pyralides indéterminées. Les exemplaires communiqués de la région de Tulear, et appartenant également à la forme *typica*, ont été obtenus de chrysalides de *Anomis flava* F. (*Lep. Noctuidae*) dont les chenilles vivaient sur Cotonnier. D'après M. R. DELATTRE, la proportion des nymphes parasitées était extrêmement élevée, et l'abondance des *Brachymeria*, en 1956, a eu pour effet d'empêcher tout dégât du lépidoptère au cours de la saison suivante.

Cette espèce qui appartient, comme la précédente, à la « section *Oncochalcis* CAM. » se rapproche plus précisément de *B. feae* MS. par la forme de ces fémurs postérieurs et la robustesse des tibias correspondants. *B. tibialis* ne peut être confondue avec aucune autre espèce madécasse du même groupe, en raison de la couleur de ses pattes postérieures.

SUMMARY

In this paper, *Brachymeria multicolor* (KIEFF.) and the new species *B. tibialis*, both reared from *Anomis flava* F. in Madagascar, are described. The former, still bred from a Pierid, has no economical value, while the latter, which attacks many others Noctuids and Pyralids, seems very effective against *Anomis* on cotton.

(Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris).

SOMMAIRE

Informations concernant la C.I.L.B.

Deuxième colloque de la C.I.L.B. sur la Pathologie des insectes (Paris 22-24 octobre 1958), p. 281. — 1. Internationale Konferenz für Insektenpathologie und biologische Bekämpfung (Prag, 13-18 August 1958), p. 282. — IX^e Congrès International pour la Quarantaine et la Protection des plantes (Moscou 12-22 août 1958), p. 284.

Mémoires originaux

B. HURPIN et C. VAGO : Les maladies du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) (Col. Scarabaeidae), p. 285. — C. VAGO : Sur la nomenclature des virus d'insectes, p. 331.

Documentation

Bibliographie über biologische Bekämpfung (von J. FRANZ), p. 333.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME III, p. 367.

INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

DEUXIÈME COLLOQUE DE LA C.I.L.B.
SUR LA PATHOLOGIE DES INSECTES

(PARIS, 22-24 OCTOBRE 1958)

Ce deuxième Colloque fait suite au Colloque préliminaire de Darmstadt des 13 et 14 février 1956, au cours duquel les spécialistes allemands, français et yougoslaves présents affirmèrent leur désir de poursuivre ces rencontres périodiques à la fois pour s'informer mutuellement des progrès réalisés dans leurs laboratoires respectifs et pour examiner en commun les possibilités et modalités de l'utilisation pratique des germes pathogènes dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles.

Les réunions se sont tenues d'abord au Centre national de Recherches zootechniques (I.N.R.A.) à Jouy-en-Josas, puis à l'Institut Pasteur de Paris.

Les *communications* et discussions ont porté sur :

- les Bactérioses, par Mme BÉGUIN, Mme VAŇKOVÁ, MM. A. BURGERJON, P. GRISON, A. KRIEG, Mme TOUCAS et M. B. HURPIN;
- les Rickettsioses, par Mme DUMAS, MM. A. KRIEG et A. HUGER;
- les Mycoses, par M. E. MÜLLER-KÖGLER;

- les Viroses, par MM. E. MÜLLER-KÖGLER, C. VAGO, K. AIZAWA et D. MARTOURET;
 - les applications pratiques et les études biocoenotiques, par MM. D. MARTOURET, A. BURGERJON, H. MILAIRE, P. A. VAN DER LAAN, L. VASILJEVIĆ, P. GRISON et E. BILIOTTI;
 - le diagnostic pathologique et le rôle des laboratoires spécialisés par M. C. VAGO et le Dr A. BONNEFOI.
- La plupart des textes originaux de ces communications seront publiés dans les prochains fascicules d'*Entomophaga*.

Les *Conclusions* rédigées par la Commission désignée par la conférence seront adressées pour étude, aux délégués des pays membres de la C.I.L.B. Elles reposent sur les principes fondamentaux suivants :

- Un large courant d'échanges scientifiques doit être développé entre tous les laboratoires de Pathologie des insectes et de Lutte microbiologique sans tenir compte de leur appartenance ou non à une Organisation internationale. La C.I.L.B. se réjouit des dispositions analogues prises par la conférence de Prague (août 1958) organisée par l'Académie des Sciences tchécoslovaque.
- Des recommandations provisoires sont faites aux spécialistes en ce qui concerne la conservation et éventuellement l'identification des germes entomopathogènes, sans conférer un caractère officiel aux laboratoires d'accueil.
- La communication au Centre international de Lausanne, de fiches signalétiques sur les souches identifiées est également recommandée.

Après les contacts qui seront établis à l'occasion du Congrès international d'Entomologie de Vienne en 1960 entre les spécialistes de la C.I.L.B. et ceux des autres organisations internationales et des instituts, le Secrétariat du groupe de travail présentera un rapport détaillé à l'Assemblée générale de la C.I.L.B. en 1961.

1. INTERNATIONALE KONFERENZ FÜR INSEKTENPATHOLOGIE UND BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG (PRAG, 13.-18. AUGUST 1958)

An der genannten Konferenz, die unter der Schirmherrschaft der Tschechoslowakischen und der Slowakischen Akademie der Wissenschaften stand und durch das Laboratorium für Insektenpathologie des Biologischen Institutes der Akademie (Dr. WEISER) in Prag und durch das Laboratorium für Pflanzenschutz der Slowakischen Akademie

(Ing. HUBA) in Ivanka pri Dunaji vorbereitet worden war, nahm der Berichterstatter, zusammen mit den Herren Prof. Dr. BOVEY und Dr. FERRIÈRE, im Auftrag der Internationalen Kommission für Biologische Bekämpfung (C.I.L.B.) teil. Etwa 80 Wissenschaftler aus 17 Staaten waren im Hotel International, in dem zugleich die Tagung stattfand, vorzüglich untergebracht.

Die *wissenschaftliche Aufgabe* der Konferenz war die Sichtung des Erreichten und die Planung besonders wichtiger neuer Vorhaben auf den Gebieten Insektenpathologie und Entomophagenforschung. In 51 wissenschaftlichen Referaten wurde von Fachleuten aus Ost und West über Fragen der Mykologie, Bakteriologie, Protozoologie und Virologie berichtet. Neben den Grundlagen wurden stets auch die Möglichkeiten praktischer Verwendung von Insektenkrankheiten berücksichtigt und neue Ergebnisse grosser, praktischer Versuche, vor allem mit Bakterien, vorgetragen. — Bei den Referaten über entomophage Insekten standen Probleme der Taxonomie, der Bewertung des Erfolges von Nützlings-Einfuhren, der Bedeutung der Mono- und Polyphagie und die mögliche Wirkungssteigerung von Prädatoren und Parasiten im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Die *organisatorische Aufgabe* der Konferenz war die Diskussion der gerade bei der biologischen Bekämpfung so wichtigen internationalen Zusammenarbeit. Dr. SIMMONDS, Direktor des Commonwealth Institute of Biological Control, umriss die Geschichte und Aufgabe dieser Organisation; der Berichterstatter erläuterte die Form der Zusammenarbeit europäischer und mediterraner Staaten in der C.I.L.B. Im Hinblick auf ein besseres Funktionieren des internationalen Austausches von Informationen und Material beschlossen die Fachvertreter osteuropäischer und asiatischer Staaten, auch ihrerseits eine gemeinsame Organisation für biologische Bekämpfung vorzubereiten. Diese wird eng mit den bereits vorhandenen Vereinigungen zusammenarbeiten.

Bei allen Delegationen war der Wunsch bemerkbar, die durch politische Verhältnisse geschaffenen Barrieren nicht zu permanenten Hindernissen bei der wissenschaftlichen Zusammenarbeit werden zu lassen. Erstmals war in grösserem Masstab ein persönlicher Kontakt « westlicher » und « östlicher » Fachleute für unser Gebiet möglich. Er wurde sehr erleichtert durch die ausgezeichnete Organisation der Tagung (Simultanübersetzungen in tschechischer, russischer, englischer und deutscher Sprache) sowie durch die herzliche Gastfreundschaft der Veranstalter.

J. FRANZ.

IX^e CONGRÈS INTERNATIONAL POUR LA QUARANTAINE ET LA PROTECTION DES PLANTES

(Moscou, 12-22 août 1958)

Périodiquement, les Délégués des services compétents des gouvernements de l'Est européen et de plusieurs pays d'Asie se réunissent pour rendre compte de leurs activités dans le domaine de la protection des Plantes et de la Quarantaine. Cette année, au congrès de Moscou, les trois organisations internationales, F.A.O., O.E.P.P. et C.I.L.B. étaient représentées.

Il n'y a pas lieu de commenter ici les importantes résolutions prises par les délégués gouvernementaux en vue d'intensifier et de coordonner les progrès techniques dans les domaines de la protection des Plantes et de la Quarantaine. Mais nous avons été particulièrement heureux de constater le désir des délégués d'élargir les bases de la coopération internationale, principalement avec l'O.E.P.P. et la C.I.L.B. : dans les résolutions du Congrès, il est envisagé de créer des groupes de travail similaires aux nôtres pour les pays de l'Est et avec lesquels les représentants qualifiés de la C.I.L.B. pourraient établir une liaison technique fructueuse.

Le point 20 des résolutions du Congrès de Moscou est ainsi exprimé : *The conference seems it desirable to expand ties of countries participating in the present Conference with International Organizations in the field of Plant Protection and mainly with E.P.P.O. and C.I.L.B.*

Des visites techniques très documentées ont permis aux congressistes, hôtes du gouvernement de l'U.R.S.S., d'apprécier l'activité des divers laboratoires d'U.R.S.S. :

- Laboratoires spécialisés de l'Institut national de recherches phytosanitaires (V.I.Z.R.) de Leningrad et de leurs annexes, souvent situées près des stations de Quarantaine et qui se consacrent aux recherches théoriques;
- Laboratoires spécialisés à Moscou et en province dépendant du Laboratoire central de Quarantaine des Plantes agricoles (C.K.L.) de Moscou et chargés de résoudre les problèmes pratiques de Lutte biologique;
- Laboratoires spécialisés des Républiques comme ceux d'Ukraine à Kiev et d'Ouzbekistan à Tashkent parmi les plus importants.

Enfin, nous sommes très reconnaissants au gouvernement de l'U.R.S.S. pour sa très large hospitalité et l'excellente organisation d'un Congrès où des contacts techniques profitables ont été établis.

P. GRISON.

MÉMOIRES ORIGINAUX

LES MALADIES DU HANNETON COMMUN

(*MELOLONTHA MELOLONTHA* L.)

(Col. *Scarabaeidae*)

PAR

B. HURPIN et C. VAGO.

PLAN DU MÉMOIRE

I. INTRODUCTION.....	286
II. HISTORIQUE	286
III. ORGANISATION DES RECHERCHES ET MÉTHODES DE TRAVAIL.....	287
IV. AFFECTIONS ÉTUDIÉES.....	289
A. Mycoses : 1. Mycoses à <i>Beauveria</i> sp., p. 289; 2. Myc. à <i>Metarhizium anisopliae</i> Sor., p. 292; 3. Myc. à <i>Spicaria farinosa</i> (FROM) VUILL., p. 294; 4. Myc. à d'autres <i>Spicaria</i> , p. 295; 5. Myc. à <i>Aspergillus</i> sp., p. 295; 6. Myc. à <i>Fusarium</i> sp., p. 296; 7. Myc. à <i>Mucor</i> sp., p. 297; 8. Myc. à <i>Empusa</i> sp., p. 300; momifications à <i>Scopulariopsis</i> et à <i>Penicillium</i> , p. 300.	
B. Bactérioses : 1. Bactériose « laiteuse », p. 301; 2. Bact. à <i>Pseudomonas</i> sp., p. 304; 3. Bact. à <i>Serratia marcescens</i> BIZIO, p. 305; 4. Bact. à <i>Aerobacter</i> sp., p. 306; 5. Bact. « noire » à <i>Bacillus</i> sp., p. 307.	
C. Protozoonoses.....	308
D. Rickettsioses.....	311
E. Le Recroquevillement	312
F. La maladie « transparente »	313
V. ÉTUDE COMPARATIVE DE L'ASPECT DES MALADES :	
A. Chez les larves.....	315
B. Sur l'insecte parfait et la nymphe	318
VI. FRÉQUENCE DES DIVERSES MALADIES :	
Age des insectes, p. 320; conditions d'élevage, p. 321; biotopes, p. 322.	
VII. DISCUSSION	323
VIII. RÉSUMÉ.....	325
BIBLIOGRAPHIE	327

I. Introduction

L'importance des dégâts causés par le Hanneton commun dans la plupart des pays européens donne un intérêt tout particulier aux études sur les facteurs d'extension et de régression des pullulations de ce Coléoptère ainsi qu'aux recherches sur les méthodes de lutte. Aussi, la connaissance des maladies de cet Insecte est primordiale, car elle est susceptible de révéler l'origine de certaines fluctuations des populations et de fournir des germes utilisables en lutte biologique. Rares, sont cependant les occasions où l'on peut suivre d'une façon systématique, soit dans les populations naturelles, soit en élevage, l'apparition des affections pathologiques sur cet Insecte. Celui-ci, à cause de sa vie souterraine, est, en effet, davantage à l'abri des observations fortuites que d'autres ravageurs des cultures.

Or, pour mener à bien le programme de recherches de l'un de nous sur l'écologie du Hanneton, il s'est avéré nécessaire de réaliser en laboratoire un élevage quasi permanent de cette espèce. D'autre part, nous avons dû effectuer de nombreuses observations dans la nature et faire un grand nombre de prélèvements par sondages dans les champs. A l'occasion de ces prospections et en cours d'élevages, nous avons trouvé des Vers blancs ou des Hannetons malades ou morts à la suite de l'attaque de différents germes pathogènes et présentant par suite des aspects variés. La mortalité ainsi enregistrée se manifesta dans des conditions très diverses et avec une ampleur variable selon les circonstances : dans certains cas il n'y eut que quelques individus atteints alors que parfois il se produisit de véritables épizooties.

De 1950 à 1955, plus de 4 000 individus furent ainsi examinés. Cette grande quantité de documents nous a permis d'établir une liste des affections du Hanneton commun et de sa larve, de définir les conditions d'apparition des principales maladies, d'étudier les caractères de la pathogenèse des différents germes et de mettre en évidence l'intérêt de telle ou telle souche pour la lutte biologique contre ces ravageurs.

Aussi, nous nous proposons, dans ce travail, de faire une récapitulation des maladies du Hanneton. Jusqu'à présent en effet, il n'y a eu que des notations fragmentaires dispersées dans différents travaux.

II. Historique

Les premières observations sur les maladies du Hanneton commun remontent loin dans le passé car cet insecte est un des premiers sur lesquels une infection pathologique ait été étudiée. A la fin du siècle dernier, peu après l'époque où METCHNIKOFF a signalé le *Metarrhizium* sur *Anisoplia* (1879) une série d'articles décrit une mycose à *Beauveria*

densa (LINK.), VUILL. sur *M. melolontha* sous les deux dénominations *Isaria densa* (LINK.) FRIES et *Botrytis tenella* SACC. (GIARD, 1891, 1892; FERRY, GIARD, 1893; LE MOULT, 1891, 1922; PRILLIEUX, DELACROIX, 1891. Plus tard, nous avons plus de détails sur quelques maladies bactériennes grâce à une série de travaux de PAILLOT concernant les septiciémies attribuées à des « coccobacilles » dénommées *Bacillus liquefaciens* α , β et γ .

Malgré le progrès rapide qu'a fait ensuite la pathologie des insectes, l'espèce *M. melolontha* a été rarement l'objet d'études pathologiques. Les chercheurs américains n'ont pas eu la possibilité de travailler sur cette espèce, l'aire d'extension de celle-ci étant limitée à l'Europe. C'est ainsi que les agents des « maladies laiteuses » (*Bacillus popilliae* DUTKY; *Bacillus lentimorbus* DUTKY) ont été isolés du Hanneton japonais *Popillia japonica* (DUTKY, 1940) introduit aux U.S.A. Ce n'est que plus tard que nous avons isolé une bactérie paraissant très voisine de *B. popilliae* à partir du Hanneton européen (HURPIN, 1955). Une affection à Rickettsies a également été étudiée aux États-Unis (DUTKY, GOODEN, 1952) sur *Popillia*, avant que des cas analogues aient été retrouvés plus tard en Allemagne (WILLE, MARTIGNONI, 1952; KRIEG, 1955) sur *Melolontha*.

Depuis une dizaine d'années, les recherches sur les maladies du Hanneton s'intensifient pour des raisons agronomiques. Quelques auteurs, comme KARPINSKI (1937 et 1950) en Pologne, continuent toujours à s'occuper de *Beauveria densa*. D'autres (WILLE, MARTIGNONI, 1952; KRIEG, 1955) se consacrent surtout aux Rickettsioses ou encore à la prospection systématique de nouvelles souches bactériennes utilisables pour la lutte biologique (WIKEN, BOVEY, WILLE, 1953, 1954). Une maladie à sporozoaires a également été remarquée récemment (KRIEG, 1955). Sur l'existence de maladies à virus chez le Hanneton, nous n'avons aucune donnée à l'heure actuelle, mais nous notons la supposition de HEIDENREICH (1938) au sujet de l'« hydro-pisie » du Ver blanc.

III. Organisation des recherches et méthodes de travail

Les insectes étudiés provenaient soit des élevages effectués d'abord à la station de Zoologie agricole (1) de Rouen, puis au laboratoire de La Minière, soit de récoltes dans la nature. Pour chacun d'eux, étaient notés, de façon précise, le stade physiologique, l'origine, la vitalité et les symptômes apparents. Les animaux morts ou malades étaient ensuite expédiés isolément, dans des tubes préalablement stérilisés, au laboratoire de Pathologie d'Alès.

(1) Nous adressons nos plus vifs remerciements à M. TROUVELOT, directeur central et à M. RÉGNIER, directeur de la station de Rouen, pour avoir favorisé ces recherches et avoir mis à notre disposition les moyens de conduire nos élevages et d'effectuer l'étude des affections observées.

Pour éviter qu'un trop grand nombre d'envois ne se révèlent inutilisables à leur arrivée à Alès par suite de l'état de décomposition avancée des insectes, nous nous sommes efforcés de prélever les larves dès l'apparition des premiers symptômes. Malgré ces précautions, de nombreux envois furent difficiles, voire impossibles, à examiner. Nous avons, pour cette raison, éliminé un certain nombre de morts ou de malades, atteints vraisemblablement d'affections bactériennes ou physiologiques. Dans le cas des mycoses, le mycélium constitue un feutrage qui maintient le corps de l'insecte, et inhibe le plus souvent les proliférations bactériennes, d'autre part, les fructifications externes se conservent généralement bien. Dans le cas des bactérioses, au contraire, même avant la mort, se produit un développement de germes saprophytes issus du tube digestif qui ne tardent pas à submerger les microbes entomophages éventuellement présents. Ce phénomène explique que nous ayons recueilli beaucoup plus de données sur les mycoses que sur les bactérioses, surtout en ce qui concerne les récoltes dans la nature.

Dans certains cas, ces difficultés ont pu être atténuées en effectuant une prise de sang au cours de l'élevage dans des micro-ampoules formées à partir de pipettes Pasteur doublement effilées. Celles-ci, une fois scellées, ont pu être envoyées sans qu'un développement ultérieur de bactéries saprophytes puisse déranger l'isolement des germes responsables de la maladie.

Au laboratoire de Pathologie, les recherches sur les maladies du Hanneton ont été incluses dans le programme d'activité du Service des diagnostics. Un examen préliminaire de l'hémolymph, des prélèvements du tube digestif et du tissu adipeux, nous ont orienté vers les méthodes propres soit à l'étude des mycoses, soit à celle des bactérioses ou d'autres groupes de maladies. L'isolement des germes suspects a été suivi de purification des cultures, d'inoculation et d'infection par ingestion ou par blessures, afin de se rendre compte de la virulence des germes.

Ces examens ont permis de séparer les affections courantes de celles qui demandaient une recherche particulière. C'est ainsi que nous avons transmis des souches cryptogamiques à Mme NICOT du laboratoire de cryptogamie du Muséum de Paris, au docteur GENTLES du laboratoire de Mycologie de Cambridge en stage au laboratoire du professeur HEIM, et enfin au service de Mme WESTERDIJK à la Collection mycologique de Baarn, Hollande. Le laboratoire de cryptogamie du Muséum a publié (GENTLES, 1951) des données sur les particularités morphologiques d'un certain nombre de ces souches. Pour les bactéries, de telles études ont été faites au laboratoire du professeur LEMOIGNE de l'Institut Pasteur, notamment par Mme BÉGUIN (1).

(1) Nous remercions vivement les professeurs LEMOIGNE, HEIM, WESTERDIJK, les docteurs NICOT, GENTLES, BÉGUIN d'avoir effectué ces examens.

Dans un certain nombre de cas, des recherches détaillées ont dû être entreprises. Il en fut ainsi pour les mycoses dues à des germes à virulence inconnue, pour les parasites de blessures ou les agents de foyers localisés dont le mécanisme d'action inhabituel présentait un intérêt pour la pathologie des insectes en général. Les bactérioses dues au *Pseudomonas*, le curieux phénomène du « recroquevillement » et la signification de certains corps d'inclusion pouvant provenir d'une infection virale soulevaient également des problèmes intéressants et inédits. Dans ces cas, l'histopathologie, l'infection « in vitro » des organes, la mise au point de milieux de culture pour germes difficiles à isoler et la purification différentielle par centrifugation ou par ultrafiltration ont été mises en œuvre.

IV. Affections étudiées

L'examen pathologique des échantillons préparés selon les principes et les techniques décrits plus haut, nous a permis d'identifier et d'étudier un certain nombre de maladies. Dans la majorité des cas, nous avons pu suivre la pathogenèse, isoler l'agent pathogène et reproduire expérimentalement l'affection spontanée afin de préciser la virulence et les modalités de l'infection. Dans d'autres cas, le syndrome a pu être défini, la maladie reproduite expérimentalement, mais l'étiologie nécessite des études particulièrement longues, qui sont encore en cours. Nous traiterons d'abord des maladies que nous avons étudiées en détail et mentionnerons plus brièvement celles qui sont encore à l'étude.

Les maladies identifiées chez *Melolontha* sont de types très divers appartenant aux mycoses, bactérioses, rickettsioses, protozoonoses et éventuellement des syndromes peuvent correspondre à des viroses.

Nous examinerons successivement chacun de ces types de maladies et, pour chaque catégorie, nous décrirons d'abord les maladies les plus virulentes, ensuite celles qui sont dues à des agents facultativement parasites pour finir par les cas accidentels. Certaines affections se ressemblant au point de vue pathogenèse, et dues à des espèces microbiennes très voisines, feront l'objet du même paragraphe.

Pour chaque maladie, nous résumerons les travaux antérieurs puis nous indiquerons successivement les symptômes, leur fréquence en élevage et dans la nature, les caractéristiques microbiologiques et, enfin, nous signalerons éventuellement leur présence sur d'autres espèces de *Scarabaeidae* phytophages.

A. MYCOSES

1. Mycoses à *Beauveria*.

Extrêmement répandues sur insectes divers, elles ont été les premières maladies étudiées sur le Hanneton (1891) et aussi les pre-

mières utilisées dans les tentatives de lutte biologique contre ce Coléoptère. L'une des souches isolée en Italie en 1898 a porté même le nom « *melolonthae* » SACC.

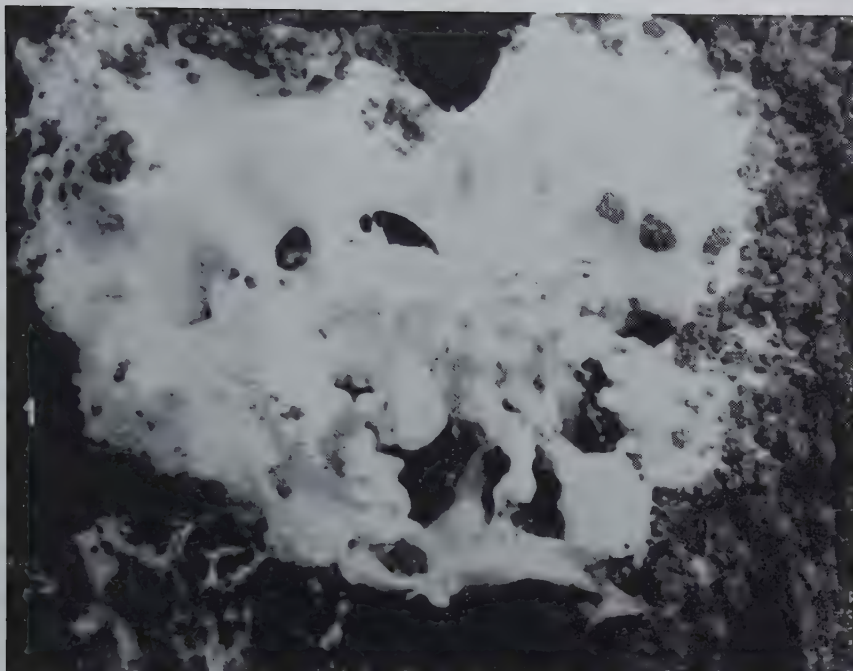
Au moment de la mort, l'animal présente en général la dureté caractéristique des mycoses, qu'il s'agisse d'une larve, d'une nymphe ou d'un imago. L'intérieur du corps est transformé en une sorte de sclérote constitué par l'enchevêtrement du mycélium qui a proliféré dans la quasi-totalité des tissus. Dans cet état, les insectes se cassent facilement et on voit alors une masse granuleuse, teintée d'ocre ou de rose, plus ou moins pulvérulente. La couleur jaunâtre ou rougeâtre est le plus souvent visible également sur le tégument. Elle varie suivant les conditions de récolte, l'âge des individus et vraisemblablement aussi suivant l'espèce du parasite, de l'ocre jaune au rouge vineux en passant par de nombreuses teintes intermédiaires. Sur le vivant, les mycoses à *Beauveria* déterminent souvent des plages mélanisées de plus ou moins grande étendue. Quelques jours après la mort, les hyphes externes apparaissent sous forme d'un fin duvet blanc légèrement grisâtre qui s'accroît très rapidement pour donner des masses filamenteuses denses qui envahissent peu à peu le sol environnant le cadavre dont ils sont issus. Les mycoses à *Beauveria* sont de loin les plus importantes au point de vue fréquence de leurs attaques sur les divers stades de *Melolontha* : sur 796 individus examinés au cours de nos recherches, nous avons décelé 397 cas de *Beauveria* sp., soit 50 % du total.

Or, il nous est souvent arrivé de ne pas prendre en considération des cas typiques de cette maladie, leur reconnaissance ne posant pas de problème. Par conséquent, cette proportion est trop faible et il y a en réalité plus de la moitié des mycoses qui sont dues à un *Beauveria*. Tous les stades sont atteints, mais ce sont surtout les larves âgées du troisième stade et, à un moindre degré, les insectes parfaits, qui sont tués par ces champignons.

Nos examens ont porté en effet sur 25 L₁, 75 L₂, 229 L₃, 9 pré-nymphe, 5 nymphes et 82 Hannetons. Outre le fait que ces deux stades sont ceux qui persistent le plus longtemps au cours du cycle évolutif et qui, par suite, ont le plus de chances de se trouver en contact avec des spores, il est probable qu'ils présentent une plus grande sensibilité à cette catégorie de germes. Le déterminisme de ce phénomène reste cependant à mettre en évidence.

Légende de la planche

- FIG. 1 : Mycose à *Beauveria* sp. — Mycélium abondant colonisant le sol autour du Ver blanc. (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)
 FIG. 2 : Mycose à *Beauveria densa*. — Début de l'invasion : fragments mycéliens dans l'hémolymph (× 800). (Cliché : C. VAGO.)
 FIG. 3 : Mycose à *Metarrhizium anisopliae* sur larves de *Cetonia aurata*. Apparition du mycélium externe. Début de la sporulation. (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)



Les attaques ont été remarquées aussi bien en élevage que dans les champs et il s'agit, sans conteste, d'un parasite naturellement adapté à *Melolontha*.

Les souches de *Beauveria* isolées ont pu être classées en plusieurs types morphologiques. Leur rangement en espèces se heurte aux difficultés de la systématique générale de ce groupe. En effet, la pluralité des *Beauveria* est discutée à cause de la variation des formes intermédiaires (McLEOD, 1954). Les espèces *globulifera* (SPEG.) PICARD; *doryphorae* POISSON, PATAY; *Oryzae* VINCENS, etc. seraient supprimées. Les conidies ovoïdes éloignent le type *densa* (LINK.) FRIES. (= *tenella* (LINK.) PICARD), des types *bassiana* (BALS.) VUILL. et *effusa* qui ont des conidies rondes. C'est avec le type « *densa* » que *Botrytis melolontha* SACC. paraît synonyme.

Dans nos échantillons, le type à conidies allongées a été le plus fréquent. Ce fait s'accorde avec l'importance qu'on a attribuée dans le passé à la forme « *densa* » en tant qu'ennemi de *M. melolontha* (GIARD 1891, FERRY et GIARD 1893, KARPINSKY 1937, 1950, etc.) Cependant, les types à conidies rondes ont également été trouvés, certains étant identiques aux types *bassiana* provenant de la muscardine du *Bombyx*, d'autres ont un mycélium plus groupé, analogue à celui des formes *effusa*.

La mycose à *Beauveria* chez le Hanneton se développe selon le schéma connu chez différents insectes. Expérimentalement, l'infection s'obtient aussi bien par l'ingestion des conidies que par le contact externe de l'épiderme avec ces éléments infectieux. Ce dernier mode est particulièrement efficace dans les plis du tégument. Les *Beauveria* se comportent aussi quelquefois comme parasites de blessures. Quel que soit le mode de pénétration, la pathogenèse consiste en une généralisation rapide du mycélium qui envahit tous les tissus.

Nous avons mis en évidence *B. effusa* également chez les larves de *Phyllopertha horticola* L. et de *Amphimallon majalis* RAZM. élevées en laboratoire. *B. densa* a été reconnu dans les larves de *Amphimallon* et dans les imagos de *Epicometis squalida* SCOP.

2. Mycose à *Metarrhizium anisopliae* (METCH.) SOR.

L'une des premières maladies cryptogamiques étudiées chez les insectes (1879), la mycose à *Metarrhizium*, est une affection polyvalente. Non seulement son mode d'action a été largement étudié (GLASER, WALLENGREN, JOHANSON, 1920), mais son utilisation a été envisagée dès les premières tentatives de lutte biologique (METCHNI-KOFF, 1880; KRASSILSTCHICK, 1888; RORER, 1910, 1913; FRIEDRICH, 1913, etc.). Malgré ces précédents historiques, chez le Hanneton commun ce germe n'a pas attiré l'attention des chercheurs. Nos données montrent pourtant que chez *M. melolontha*, elle est l'une des mycoses les plus importantes : moins fréquente que les mycoses à *Beauveria*,

elle l'est cependant plus que toutes les autres maladies cryptogamiques. Nous l'avons isolée de 164 individus : 62 œufs, 19 L₂, 53 L₃, 6 pré-nymphes, 10 nymphes et 14 imagos. Elle a été observée sur cadavres récoltés dans la nature, mais elle ne s'y trouve qu'à l'état endémique, car seuls des cas isolés ont été constatés jusqu'à présent. Il en est sensiblement de même en élevage.

La « muscardine verte » débute sur le Ver blanc par le durcissement du corps avec coloration du tégument, non pas en rose comme pour les mycoses à *Beauveria*, mais plutôt en jaunâtre. Après la mort, les insectes se couvrent de mycélium blanc réparti en touffes chez les larves L₃ et chez les imagos, étalé en feutrage ras chez les L₂. Au bout d'un temps variable suivant les circonstances, le champignon fructifie, alors le cadavre devient vert. Finalement, l'animal est plus ou moins complètement transformé en une matière pulvérulente gris vert qui se dissémine peu à peu dans le sol.

Dans le cas des pré-nymphes, des nymphes et des insectes parfaits, les premiers symptômes sont quelques pustules mycéliennes blanches situées généralement au niveau d'articulations. Ces pustules verdissent avant de s'étendre.

Les œufs atteints sont brunâtres avec un chorion paraissant desséché et souvent légèrement fendillé. Quelquefois, ils montrent un court mycélium blanc-gris qui vire au vert.

Le *Metarrhizium anisopliae* (METCH.) SOR. décrit par METCHNIKOFF sous le nom de *Entomophthora anisopliae* (1879) a été appelé successivement *Isaria destructor* METCH. et *Oospora destructor* METCH. DELACR. (1893). Les travaux de SOROKIN (1879) et de SPEARE (1912) ont permis une meilleure connaissance au point de vue morphologie. Les souches que nous avons isolées de *M. melolontha* paraissent assez uniformes, à part quelques-unes provenant de diverses récoltes dans la nature, pour lesquelles la forme des conidies est particulièrement allongée et la couleur des colonies sporulées est plus claire que d'habitude. Ces caractéristiques étaient particulièrement apparentes sur une souche isolée d'*Oryctes nasicornis* et la comparaison avec le type « major » de JOHANSSON (1915) se poursuit au laboratoire de cryptogamie du Muséum.

L'agent pathogène se comporte en parasite bien adapté à l'espèce. A 80 % d'humidité, jusqu'à 90 % les larves contractent la maladie aussi bien par ingestion des conidies que par contact de celles-ci avec l'épiderme. La pénétration est accompagnée d'une mélanisation autour du point d'infection, même si celle-ci n'est pas précédée d'une blessure. L'histologie montre une colonie localisée réduite, suivie de la généralisation rapide malgré une phagocytose active.

La « muscardine verte » cause également des dommages dans les élevages de larves de *Cetonia aurata* et est à l'origine de véritables épizooties dans certains biotopes naturels. Elle est le facteur limitant

essentiel des populations de Cétoines. Nous l'avons aussi retrouvée chez les espèces suivantes : *Melolontha hippocastani* F., *Amphimallon majalis* RAZ., *Rhizotrogus solstitialis* L., *Phyllopertha horticola* L. et *Oryctes nasicornis* L. Sur cette dernière espèce toutefois, l'agent pathogène diffère des souches habituellement isolées comme nous l'avons mentionné plus haut. Il est particulièrement virulent pour les larves du *Dynastidae*. C'est son principal ennemi et il provoque une très forte mortalité en élevage. Un certain nombre d'observations montre qu'il en est de même dans la nature.

3. Mycose à *Spicaria farinosa* (FROM.) VUILL.

Cette maladie, souvent signalée également sur différents insectes, a une importance plus réduite que les deux affections précédentes. Elle aurait certainement attiré l'attention dans le passé dans le cas du Hanneton, si son aspect ne rappelait pas tant celui des mycoses à *Beauveria*, affections les plus courantes de ce Coléoptère. Au cours de nos examens, elle s'est révélée assez fréquente chez le Hanneton, bien que les cas observés soient infiniment moins nombreux (45 cas) que ceux des *Beauveria* ou des *Metarrhizium*.

Les larves, les nymphes et les imagos sont attaqués. La plupart des insectes parfaits atteints venaient de parcelles d'enfouissement de larves en fin d'évolution, dans de l'argile à silex très humide. En élevage, ce champignon a été observé dans des récipients renfermant de la terre trop humide. Il semble donc particulièrement sensible à l'influence d'une forte humidité.

Les larves durcissent et présentent d'une façon inconstante une teinte légèrement rosâtre et quelquefois des taches noires. Il apparaît alors un mycélium à l'aspect feutré blanc-jaunâtre qui, en fin d'évolution, se ramifie. Bien que ces symptômes ne soient guère originaux, avec l'habitude il est possible de distinguer ce champignon des autres parasites de *Melolontha*. Dans certains cas, des groupes de mycélium deviennent importants, donnant un aspect plus proche du type *Isaria*. Des excroissances particulièrement compactes ont été notées chez les larves prélevées avec de la terre.

La délimitation de l'espèce *Spicaria farinosa* (FROM.) VUILL. a été souvent discutée. Elle se substitue en partie (PETCH, 1934) à *Isaria farinosa* (DICKS.) et de ce fait elle a été associée au *Cordyceps militaris* (Lk.) en tant que stade conidien. Cette hypothèse étant écartée (PETCH, 1936), le nom d'*Isaria* n'est utilisé que comme désignation d'un type de *S. farinosa*. Dans nos échantillons, ce type était assez fréquent la plupart des cas restant cependant dans les normes du mycélium habituel des *Spicaria*.

Ce champignon se comporte le plus souvent comme un parasite bien adapté, susceptible de déclencher expérimentalement la maladie par contact avec le tégument. La pénétration et la généralisation sont

comparables à ce que nous avons vu chez les *Beauveria*. Au cours de l'évolution de la maladie, la mélanisation de l'épiderme est fréquente, mais ces taches ne doivent pas être confondues avec celles provenant de blessures.

Toutefois, le champignon peut être aussi un parasite de blessure. Lorsque l'histologie a montré la pénétration du mycélium à travers une blessure, la persistance de colonies localisées au niveau de l'épiderme a souvent été constatée, avec généralisation moins prompte que chez les *Beauveria*.

Cette mycose a été également retrouvée sur de nombreuses espèces de Scarabéides, larves L₃ de *Oryctes nasicornis*, de *Amphimallon majalis*, de *Phyllopertha horticola* et d'*Epicometis*.

4. Mycoses à d'autres *Spicaria*.

Accidentellement, d'autres *Spicaria* ont été reconnus sur des larves de Hanneton. Il n'a pas toujours été possible de déterminer l'espèce et c'est pour cette raison que nous ne nous arrêterons que sur la mycose à *Spicaria fumoso-rosea* (WIZE) VASS.

Après le durcissement des tissus et l'apparition du mycélium externe, on remarque la teinte gris-mauve de la couche de conidies.

L'examen histologique ne montre pas une action rapide et généralisée comme chez les mycoses traitées précédemment. En effet, les colonies localisées sont fréquentes et le point de pénétration est reconnaissable même au cours de la généralisation. Cette localisation initiale est souvent liée au parasitisme de blessure, mais elle peut suivre également le passage à travers l'épiderme sans lésions préalables. Cette dernière observation montre une action pathogène incontestable vis-à-vis du Hanneton.

5. Mycoses à *Aspergillus*.

Bien que les maladies dues aux différentes espèces d'*Aspergillus* aient été souvent signalées sur insectes, on ne leur a jamais reconnu un pouvoir envahissant, comparable à celui des *Metarrhizium* ou des *Beauveria* par exemple. L'espèce *flavus* est signalée comme agent d'enzooties chez l'Abeille, d'autres espèces comme *fumigatus*, *niger*, *nidulans*, *glaucus*, ont été notées occasionnellement sur différents insectes.

Sur le Hanneton, nous avons retrouvé de nombreux cas d'aspergillose sans toutefois observer une extension épizootique ou une persistance enzootique dans la nature ou en élevages. Les stades les plus sensibles semblent être les larves du troisième stade et les insectes parfaits.

L'aspect des insectes atteints varie selon les espèces d'*Aspergillus*. D'une façon générale le mycélium apparaît sous forme de touffes

blanches ou grisâtres, localisées en plusieurs points. La fructification est abondante et bien que le corps entier soit rarement enveloppé, une poudre colorée donne un aspect mat à la momie. Les couleurs sont alors assez caractéristiques : noire pour *A. niger*, presque blanche pour *flavus*, jaune orangé pour *melleus*.

Ces champignons sont souvent liés à une blessure. Le développement du mycélium sous la plaie a été suivi histologiquement ainsi que la généralisation à partir de la colonie initiale. Dans certains cas, cette phase n'a pas lieu mais l'affection localisée peut malgré tout être mortelle. L'hypothèse d'un effet toxique envisagé chez d'autres insectes (TOUMANOFF, 1928) est alors la plus compatible avec les signes histologiques observés. Un tel enchaînement a été suivi particulièrement en détail par l'un de nous (VAGO, 1956). Nous avons trouvé aussi des mycoses à *Aspergillus* sans avoir pu démontrer le parasitisme de blessure. L'ensemble de ces modes d'action classe ces champignons parmi les parasites doués de virulence certaine pour *M. melolontha*, mais moindre que ne le sont les parasites principaux du Hanneton.

Cette affection a été identifiée également dans des larves du rhizotroque : *Amphimallon majalis* RAZM. mortes en élevages.

6. Mycoses à *Fusarium*.

Bien que des Fusarioses épizootiques soient rares chez les insectes, un certain nombre de cas ont été signalés sans définition précise d'une action parasitaire. On peut cependant considérer d'une façon certaine comme maladies primaires, par exemple, les mycoses des *Dialeurodes* (WATSON, 1913) car une mortalité naturelle atteignant presque 100 % a pu être attribuée à *F. aleurodis* FETCH. Par contre, certaines affections parasitaires considérées dans le passé comme fusarioses [*Acreminiopsis* (VINCENS, 1915), ou *Epispharia* (SNYDER, HANSEN, 1945)] ont été reconnues appartenir à d'autres groupes de mycoses.

Nous avons observé des attaques de *Fusarium* sur 12 L₂, 20 L₃, 2 nymphes et 4 imagos, provenant d'élevages ou de la nature. Huit larves du deuxième stade furent trouvées mortes avec faible couleur lie de vin au cours de sondages effectués en septembre 1953 à Paimpont (Ille-et-Vilaine). Deux larves L₃ furent ramassées vivantes mais malades dans un pré de la région de Rouen en décembre 1953. Enfin, une larve du même stade, vivante, ayant une tache noire sur le dos fut récoltée à Attigny (Ardennes) en mai 1954. Cette maladie est donc assez répandue, mais demeure épisodique.

Après le durcissement habituel et coloration inconstante en ocre ou en rose, une couche mycélienne soyeuse apparaît avec absence de l'enduit farineux si fréquent chez d'autres mycoses.

La couleur du mycélium est blanc-jaunâtre ou rose selon les *Fusarium* en cause. On remarque souvent des taches mélanisées assez étendues, qui peuvent provenir (comme nous l'avons vu plus haut)

des actions cryptogamiques sous-épithéliales, mais dans le cas des fusarioses, elles sont généralement les signes de blessures sur lesquelles les touffes mycéliennes s'installent.

Peu de précisions existent sur l'identité des *Fusarium* signalés sur insectes. Cette lacune s'explique par les difficultés rencontrées pour la détermination, car leurs formes parfaites, les *Gibberella*, sont difficiles à obtenir et les cultures stériles sont fréquentes. Nous avons dû souvent nous contenter de signaler la présence de *Fusarium* sp. A l'aide de spécialistes de systématique (mentionnés dans l'introduction) quelques souches ont pu être assimilées aux espèces *poae* (PK.) WR., *orthoceras* (APP.) WR., *coeruleum* (LIB.) SACC., *moniliforme* SCHELD et *solani* (MAR.) APP. WR. Leur étude morphologique se poursuit au laboratoire de cryptogamie du Muséum de Paris.

Certains cas de mycose, dus à *F. poae* et à quelques souches indéterminées, se présentent comme des affections primaires. L'infection s'étant faite probablement par le tube digestif sans qu'une colonie primaire ait pu être décelée. Il nous a été difficile de comprendre ces cas sans supposer un facteur prédisposant, d'après la fréquence avec laquelle les *Fusarium* sont apparus comme parasites de blessure. En effet, des colonies localisées sur des blessures ont pu être maintenues sur larves en observation pendant plusieurs semaines sans généralisation et l'histologie a montré l'absence de progression. Dans d'autres cas, par contre, une blessure préalable n'a pas pu être décelée malgré la persistance des colonies localisées. Quelle que soit l'origine de la pénétration des *Fusarium*, il existe une tendance à la localisation attestant une virulence atténuée.

7. Mycoses à *Mucor*.

Les *Mucor* ubiquistes sur les substratums les plus divers ne sont pas considérés comme susceptibles d'avoir une action pathogène vis-à-vis des insectes. Nous retenons cependant un fait historique lié aux premières tentatives de lutte biologique antiacridiennes avec *Empusa grylli*. Après des résultats variables, un rapport (HOWARD, 1896) a révélé que les cultures distribuées ne contenaient pas toujours l'*Empusa* mais différentes espèces saprophytes et notamment un *Mucor* semblant avoir une certaine responsabilité dans les quelques succès obtenus.

Au cours de nos isollements à partir des Hannetons, les *Mucor* ont été pendant un certain temps, considérés comme des envahisseurs saprophytes et il en était certainement souvent ainsi. Cependant, certaines caractéristiques nous ont amenés à conclure, dans plusieurs larves vivantes récoltées dans la nature, à l'existence d'une action pathogène.

L'aspect de cette mycose est peu différent de celui d'une momification saprophytaire. On voit souvent s'élever des filaments parallèles

portant à leur extrémité des conidies grisâtres. Ils peuvent être localisés et notamment sortir par les stigmates. Dans certains cas on ne se rend compte du développement du champignon autour des pièces buccales ou des articulations qu'après dissection.

Les souches isolées ont les caractéristiques de l'une des espèces les plus connues en tant que saprophyte : le *Mucor racemosus* FRES. Nous avons également observé d'autres espèces de *Mucor* sur les Vers blancs, mais celles-ci, ne présentant pas le moindre indice d'une action pathogène, n'ont pas été retenues.

Un effet pathogène ne semble pouvoir se produire que dans des conditions particulières. Souvent une blessure préalable a été décelée à l'examen histologique sur le point de pénétration du champignon. Ces colonies peuvent se trouver notamment sur des masses de sang coagulé, qui constituent un terrain favorable à une vie saprophytaire.

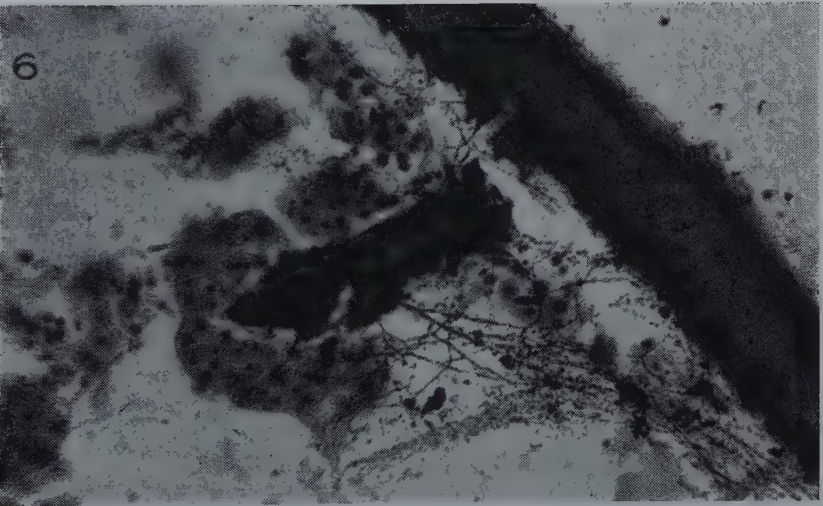
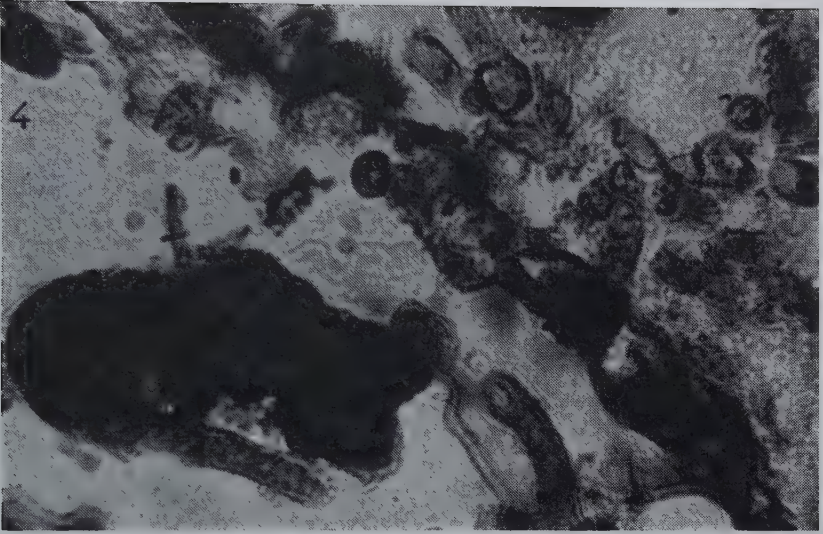
Un mode d'action intéressant a été mis en évidence grâce à l'étude histopathologique de larves vivantes, affaiblies, ne montrant pas de lésions du tégument. Une fraction du tube digestif s'élargit; l'épaisseur de la paroi peut alors dépasser 2 mm alors que celle d'une paroi normale reste inférieure à 0,5 mm. Cet épaissement est constitué d'un véritable agglomérat de tissus contenant non seulement les cellules intestinales, mais également des fragments du tissu adipeux avec des extrémités de trachées. L'ensemble est tissé de mycélium en une sorte de pseudo-tumeur compacte. Malgré ces altérations anatomiques spectaculaires, le passage de l'aliment s'effectue normalement bien qu'un rétrécissement de la lumière intestinale soit également noté.

Sur coupes de cet agglomérat de tissus, les spores rondes de grande taille, caractéristiques des *Mucor*, apparaissent et l'isolement a toujours été positif à partir des fragments des pseudo-tumeurs aseptiquement prélevés.

L'intervention de facteurs prédisposants, de nature encore indéterminée, nous semble indispensable pour la genèse de ce syndrome. En effet, l'ingestion de cultures, même à fortes doses, ne le détermine pas expérimentalement. Par contre, une certaine virulence vis-à-vis du Hanneton et vis-à-vis des insectes, est prouvée par l'obtention de 84 % de résultats positifs mortels avec symptômes caractéristiques, en inoculant la culture du champignon ou en infectant avec celle-ci

Légende de la planche

- FIG. 4 : Mycose à *Mucor* sp., coupe de pseudo-tumeur intestinale. Mycélium et fructifications dans le tissu adipeux ($\times 800$). (Cliché : C. VAGO.)
- FIG. 5 : Blessure avec infection secondaire à *Fusarium* sp. sur larve du troisième stade de *M. melolontha*. (Cliché : C. VAGO.)
- FIG. 6 : Coupe histologique d'un complexe blessure-infection à *Fusarium* sp. ($\times 400$). (Cliché : C. VAGO.)



les blessures sur les larves de *M. melolontha* et sur celles des Lépidoptères : *Pieris brassicae* L., *Bombyx mori* L. et *Galleria mellonella* L.

8. Mycose à *Empusa*.

Parasites obligatoires connus chez les insectes depuis plus de cent cinquante ans (DE GIEN, 1782), les *Empusa* et les *Entomophthora* ont été signalés sur des Lépidoptères, Orthoptères, Diptères et Coléoptères. Nous avons noté quelques cas de mycose à *Empusa* chez des larves de Hanneton provenant de la nature. Nous n'avons cependant pas observé les extensions épizootiques fréquentes chez certains Diptères ou Orthoptères (SKAIFE, 1905; DOMENICHINI, VAGO, 1955).

Peu caractéristiques, les symptômes consistent en un durcissement du corps et en l'apparition irrégulière du mycélium sur le tégument.

Dans les tissus, le champignon se présente sous forme de mycélium large envahissant les organes internes. Il n'a pas pu être obtenu en culture. Nous avons rencontré les mêmes difficultés que d'autres auteurs pour déterminer l'espèce en cause. Les conidiophores non ramifiés la font considérer comme un *Empusa*. La comparaison de virulence exposée plus loin nous incite même, en attendant une étude morphologique plus détaillée, à attribuer à cette souche une certaine indépendance du point de vue systématique.

La maladie a été reproduite par inoculation et l'étude de la pathogenèse est en cours. Soulignons dès maintenant qu'une certaine affinité vis-à-vis de *M. melolontha* semble propre à cette souche d'*Empusa*, l'inoculation de ce Coléoptère avec *Empusa muscae* et *E. grylli* n'ayant pas reproduit la mycose.

9. Momifications à *Scopulariopsis* et à *Penicillium*.

Certains champignons ne produisent pas une véritable mycose; mais plutôt une momification des Hannetons atteints d'autres maladies. Il nous a semblé bon de les mentionner, d'une part parce que leur fréquence est une source de confusion (VAGO, 1951) et également parce que, dans certains cas, une action pathogène réduite ne semble pas exclue.

La momification à *Scopulariopsis brevicaulis* (SACC.) BAIN. se manifeste par l'apparition par touffes d'un mycélium blanc ou brunâtre qui recouvre peu à peu tout le corps. Nous l'avons retrouvée sur larves L₃ de Hanneton et aussi sur des insectes parfaits dont la plupart provenaient de la nature et étaient déterrés enrobés d'un feutrage.

Une certaine action pathogène fut mise en évidence lors de l'isolement de cette espèce à partir du tissu adipeux de Hannetons adultes, provenant des sondages réalisés en Eure-et-Loir, alors qu'aucun

symptôme externe n'était visible. L'inoculation des cultures déclenche la mycose d'une façon inconstante.

Les *Penicillium* entrent également dans cette catégorie et la couleur de la larve momifiée varie selon les espèces en cause tels que *granulatum* BAIN. et *notatum* WESTL. Il est fréquent d'observer leur localisation sur du sang desséché à la surface des blessures sous forme de minuscules colonies. L'histologie a montré l'absence de pénétration du mycélium au-delà de la face interne du tégument, ce qui témoigne d'un effet pathogène très réduit.

B. BACTÉRIOSES

1. Bactériose « laiteuse ».

En juillet 1950, au cours de sondages en prairies naturelles dans la région de Bresles (Oise) quelques larves du troisième stade furent remarquées à cause de leur aspect blanchâtre. L'hémolymph de ces Vers blancs se révéla envahie par de fins bâtonnets souvent sporulés. En août 1953, dans une prairie ravagée par les Vers blancs à Beaussault près de Forges-les-Eaux (Seine-Maritime), nous avons récolté plusieurs insectes présentant les mêmes symptômes.

Depuis, nous avons retrouvé la même maladie, en septembre 1956 dans des prairies du pays de Bray, en août 1957 dans deux régions de la Sarthe et en deux points des environs de Versailles (Seine-et-Oise) : une prairie et un champ de blé. En général la proportion de Vers blancs « laiteux » est de quelques unités pour cent de la population totale. Dans la Sarthe, cependant, nous avons noté dans une prairie 12 % de larves vivantes présentant les symptômes de la maladie et le quart des parcelles étudiées (10 sur 42) se révélèrent infectées. Etant donné la rapidité avec laquelle disparaissent les cadavres de Vers blancs non momifiés par un champignon, ces chiffres ne fournissent qu'un aperçu, valable seulement pour la période où les trous sont effectués, de l'incidence d'une maladie telle que la bactériose laiteuse, sur l'évolution d'une population de Vers blancs dans la nature. Le germe considéré se trouve donc dans plusieurs régions de notre pays à l'état endémique. Mais il est vraisemblable que dans la prairie de la Sarthe où il y avait à un moment donné 12 % de malades, le stade endémique se trouvait dépassé et qu'il s'agissait au moins du début d'une épizootie.

La maladie laiteuse n'a jamais été observée dans nos élevages. Tous les Vers blancs atteints provenaient de sondages faits en prairies, à la fin de l'été de l'année qui suit celle où les Hannetons ont volé. Par conséquent il s'agit de larves du troisième stade parvenues à leur complet développement.

Les symptômes des larves atteintes sont tout à fait caractéristiques ce qui permet de les reconnaître, fait exceptionnel, à l'état vivant.

Ils sont analogues à ceux des larves de *P. japonica* d'après les descriptions de DUTKY (1940) ou de BEARD (1945). L'ensemble du corps est d'une couleur blanc laiteux, celle-ci est spécialement nette et apparente à la partie postérieure de l'abdomen à l'endroit où l'absence de tissu adipeux permet chez les larves saines de voir la poche rectale à travers les téguments. L'hémolymphe devient opaque et blanche par suite de la prolifération de la bactérie. C'est pourquoi le vaisseau dorsal devient invisible dès le début de la maladie et les pattes perdent leur transparence.

L'agent pathogène se présente soit sous forme d'un bâtonnet mince, non mobile, paraissant souvent constitué par la juxtaposition d'éléments arrondis soit sous forme d'un corpuscule ovale entouré d'une couche protoplasmique et accompagné par une inclusion très réfringente. Les bâtonnets colorés selon Pappenheim mesurent de 3,7 à 4,6 μ et les formes sporulées 2,5 μ environ.

Ces caractéristiques font rapprocher ce germe tout particulièrement de *Bacillus popilliae* isolé et décrit par DUTKY (1940) à partir de larves de *Popillia japonica*. Il a certaines analogies aussi avec une bactérie décrite en Suisse par WILLE (1956) sous le nom de *Bacillus fribourgensis*. Toutefois, faute de culture sur milieu artificiel et par suite de l'absence des références biochimiques, il est impossible de donner, de façon valable bactériologiquement, un nom à ce microbe et de lui assigner une place dans la classification.

Les formes sporulées diffèrent sensiblement tant au point de vue affinités tinctoriales qu'au point de vue résistance thermique (elles ne sont pas altérées par un séjour de une heure à 80 °C) des spores classiques élaborées par les *Bacillus* typiques. Nous avons affaire à un germe dénommé « *Bacillus* » par analogie morphologique, mais dont la place dans la systématique bactérienne reste à déterminer avec exactitude.

La culture de la bactérie, comme celle de *Bacillus popilliae* DUTKY, ne s'obtient pas sur les milieux bactériologiques ordinaires à base de peptone, d'extrait de viande ou de glucides dans des conditions aérobies. Un développement très réduit a été obtenu en culture anaérobie sur extrait d'hémolymphe de Ver blanc, précipitée et stérilisée par filtration et également sur un milieu aux extraits d'œufs de Lépidoptères.

La pathogenèse est essentiellement septicémique. Les cellules épithéliales, le tissu adipeux, les cellules intestinales et pérित्रachéales présentent peu de changement. Une pycnose nucléaire apparaît dans les micronucléocytes. L'hémolymphe renferme de nombreuses bactéries homogènes au point de vue forme et taille : bâtonnets minces et longs alternent avec les formes sporulées. Au début de la maladie, on observe une phagocytose réduite à laquelle les macronucléocytes ne participent pas. Dans un stade avancé de la maladie les réactions cellulaires et humorales sont rares.

L'inoculation d'environ 1 000 000 de spores (incluses dans l'hémo-lymphe ou purifiées par centrifugation) dans la cavité générale des larves du troisième stade, reproduit la maladie avec ses symptômes caractéristiques dans 70 à 90 % des individus. L'évolution de l'affection dépend de la température (l'optimum se situe autour de 25 °C et la multiplication est très ralentie à 15 °C), mais aussi du nombre de bactéries injectées : de 100 000 à 4 millions de spores, il n'y a pas de différence sensible au point de vue pathogénèse; avec 10 000 spores, la réussite de l'infection est réduite à moins de 50 % des individus expérimentés.

La contamination peut se faire également par voie buccale, comme en témoignent nos essais d'alimentation des Vers blancs avec des rondelles de carottes souillées par de la suspension bactérienne. A 25 °C, la septicémie commence alors au bout de 14 jours, et à 30 °C au bout de 10 à 14 jours tandis qu'il faut attendre 22 jours à 16 °C. La mort intervient au bout d'une période variable selon les individus et les conditions ambiantes. A 24 °C, les premières mortalités ont été enregistrées de 5 à 20 jours après l'apparition de la couleur blanche sur le pygidium, à 6 °C de 5 jours à 4 mois après.

La même variabilité se remarque pour la période d'incubation, c'est-à-dire pour le délai entre la possibilité de contamination et l'observation des premiers symptômes. En effet, les Vers blancs apparemment sains, ramassés dans les parcelles prospectées, étaient mis en élevage dans de la terre dans laquelle des Vers blancs nés en élevage n'ont jamais contracté la maladie laiteuse. Or, nous avons eu des cas de « milky disease » parmi les larves provenant de parcelles naturellement infestées par cette affection plus de deux mois après la récolte des insectes. Ainsi, dans un lot de Vers blancs ramassés le 5 septembre 1956 dans le pays de Bray, un cas s'est déclaré le 5 décembre et un le 29 décembre. Dans un autre provenant d'un champ de blé près de Versailles le 29 août 1957, 3 cas apparurent le 16 octobre et un le 28 novembre. Étant donné les conditions d'élevage, il faut admettre que l'apparition aussi tardive des symptômes de la maladie est liée à une très lente incubation ou à un déclenchement soudain d'une affection demeurée latente.

Depuis trois ans, le germe a fait l'objet de recherches en collaboration avec le service des vaccins de l'Institut Pasteur de Paris pour mettre au point une méthode permettant de l'employer pour enrayer les pullulations de Vers blancs. En dépit de nombreux essais sur toutes sortes de milieux artificiels, il n'a pas été possible jusqu'à présent d'obtenir de culture en grand ni *a fortiori* de sporulation. Ces résultats négatifs sont à rapprocher des échecs enregistrés pour la mise en culture de *B. popilliae* DUTKY et confirment la parenté de la bactérie isolée de *M. melolontha* avec le germe employé aux U.S.A. pour la lutte biologique contre *P. japonica*.

2. Bactériose à *Pseudomonas*.

Cette affection est très répandue chez le Hanneton et le Ver blanc. En dépit de la forte proportion d'individus qui ne furent pas analysés à cause de la décomposition des cadavres ou parce que les symptômes externes étaient suffisamment nets, plus de 350 individus ont été pris en considération.

La maladie a été retrouvée dans la nature, dans des larves du troisième stade récoltées près de Rennes (Ille-et-Vilaine) en juin 1952, en mars 1954 à Châteauneuf-en-Thymerais (Eure-et-Loir) et en avril 1954 à Saint-Germain (Ain); dans des Vers blancs des deux premiers stades trouvés derrière labours à Quincampoix (Seine-Maritime) en septembre 1952 et en mars 1953.

Lorsqu'elle apparaît en élevage elle peut évoluer en enzooties et même en épizooties importantes.

Cette maladie se reconnaît généralement à la teinte ocre-jaune rappelant la couleur du café au lait que prennent les larves. Ce changement de coloration est souvent accompagné d'une quasi-disparition du tissu adipeux et d'un reflet verdâtre qui est visible en premier lieu et avec le plus d'intensité au niveau du pygidium.

La maladie attaque essentiellement les larves jeunes et les imagos. Les larves du troisième stade sont nettement moins sensibles. Nous avons en effet diagnostiqué cette maladie chez 83 L₁, 113 L₂ et 116 imagos contre 45 L₃, 2 prénymphe et 1 nymphe. Il semble que le froid puisse favoriser cette affection, au moins dans le cas des imagos, car 96 Hannetons sur 116 malades provenaient d'élevages maintenus à 6 °C environ. Cependant, pour les larves un tel effet ne s'est pas dégagé.

L'agent pathogène a été isolé de nombreuses fois à partir de l'hémolymphe de larves vivantes présentant les symptômes caractéristiques. C'est une bactérie asporogène ayant la forme de bâtonnets courts de longueur variable. Elle prend les colorants anilines basiques d'une façon très irrégulière; elle est plus courte lorsqu'elle se trouve dans l'hémolymphe que lorsqu'elle provient de culture.

Au début de la maladie, la bactérie peut être isolée directement de l'hémolymphe car elle s'y trouve en exclusivité. Plus de cinquante isollements ont donné les mêmes cultures pures, sur gélose, incolores ou légèrement jaunâtres, lisses. L'étude bactériologique de plusieurs de ces souches effectuée en partie par nous-mêmes, en partie à l'Institut Pasteur a défini la bactérie comme un *Pseudomonas* et les examens de Mme BÉGUIN l'ont rapprochée du type *septica*. Elle n'a pas pu être assimilée au coccobacille de CHATTON (1913) lequel présente aussi la caractéristique dont nous allons traiter.

Cette particularité des souches isolées est la production d'un pigment verdâtre. Ce pigment diffuse facilement dans le milieu de culture et donne une fluorescence jaune verdâtre vive en lumière de

Wood. La production de tels pigments est d'ailleurs souvent liée à des *Pseudomonas*. Le pigment est hydrosoluble et très soluble en milieu alcalin. Sa fluorescence est verte en milieu alcalin et rose bleuâtre en milieu acide. Elle est thermostable et résiste à 120° pendant 20 minutes. Dans le cas de cette maladie, cette action physiologique se traduit par l'apparition d'un reflet verdâtre sur l'épiderme et surtout par la fluorescence verte de l'hémolymph.

La progression de cette fluorescence peut être suivie au cours de l'évolution de la maladie sous la lumière de Wood jusqu'à son extension à la larve entière. Cette particularité permet d'ailleurs de formuler le diagnostic de la maladie déjà à une phase précoce en examinant les larves vivantes sous la lumière de Wood.

Le phénomène de la fluorescence des larves est essentiellement lié à la nature septicémique de la pathogenèse. En effet, les lésions sont presque imperceptibles au niveau de l'épithélium intestinal témoignant de la pénétration sans affection préalable du tube digestif. Toutefois les bactéries peuvent être retrouvées accumulées au contact de certaines parties de l'épithélium cylindrique. Dans l'hémolymph, une phagocytose assez intense s'oppose aux débuts de la multiplication du germe, mais celle-ci étant cependant très rapide, une septicémie dense s'installe progressivement.

La maladie a été reproduite par injection dans la cavité générale, de la culture pure de la bactérie avec près de 100 % de résultats positifs témoignant de la facilité avec laquelle la bactérie se développe dans le milieu vivant de l'hémolymph, malgré les réactions hémocytaires et humorales.

Par voie buccale, *P. septica* s'est révélé pathogène pour les Vers blancs en essais de laboratoire. Ainsi, sur 25 larves du deuxième stade élevées dans de la terre et avec une alimentation contaminées par un mélange de plusieurs souches bactériennes, dont celle qui nous préoccupe ici, 8 contractèrent la bactériose à *Pseudomonas*, alors que dans le lot témoin il n'y en eut aucun cas.

P. septica BERGEY provoque également une septicémie mortelle chez les larves de *Amphimallon majalis* RAZM., *Amphimallon solstitialis* L., *Rhizotrogus ruficornis* F. et *Phyllopertha horticola* L. Les symptômes sont sensiblement les mêmes que chez les Vers blancs du Hanneton commun avec souvent un reflet verdâtre, particulièrement visible sur les Rhizotrogues.

3. Bactériose à *Serratia marcescens* BIZIO.

Affection signalée d'une façon sporadique sur divers insectes (MASERA, 1934; VAGO, 1956) elle n'a été rencontrée que dans trois larves du troisième stade ramassées au cours de sondages en avril 1954 dans une pépinière près de Rouen. Ces larves étaient vivantes au moment de leur récolte et ne présentaient pas d'altérations de leur

coloration. Elles nous ont cependant paru malades à cause de leur manque de réactions et de la perte de leur turgescence. Une teinte rose nettement différente de celle des mycoses apparaît à un stade avancé de la maladie.

A l'examen pathologique une septicémie à *Serratia marcescens* BIZIO fut mise en évidence. Accompagné de phagocytose et de l'accumulation des granules protéiniques intra et extra-cellulaires le développement des bactéries est limité à l'hémolymphe. Le tissu adipeux tout en étant en contact avec ces éléments n'est pas attaqué. Aucun signe de localisation intestinale préalable n'est apparu.

La septicémie peut être facilement reproduite expérimentalement par inoculation de la culture pure de la bactérie, ce qui montre une virulence vis-à-vis du Ver blanc. Par contre, par voie buccale, l'infection réussit rarement et l'effet pathogène de la bactérie semble être lié à certains facteurs favorisants mal connus.

4. Bactérioses à *Aerobacter*.

Des affections analogues, à part quelques différences, à la septicémie à *Pseudomonas* que nous venons de décrire sont souvent dues à d'autres bactéries.

Ces microbes déclenchent sensiblement les mêmes symptômes sur les Vers blancs contaminés : ramollissement et parfois vidange partielle du corps, écoulement brunâtre aux deux extrémités du tube digestif, coloration de l'épiderme en ocre jaunâtre. Toutefois, le reflet vert caractéristique de la septicémie à *Pseudomonas* fait défaut et les Vers blancs atteints montrent souvent des stigmates blancs qui contrastent sur le fond ocre foncé ou brunâtre du tégument.

Pour les Hannetons vivants les symptômes se réduisent à la perte de l'appétit et de la mobilité et à une absence de réaction aux excitations, phénomènes qui n'ont rien de caractéristique. Les imagos morts conservent un aspect extérieur normal.

De telles bactérioses ont été trouvées dans 15 L₁, 17 L₂, 6 L₃, 1 P.N., 2 N. et 73 imagos, originaires pour la plupart de nos élevages, mais elles ont également été rencontrées dans la nature. Ainsi, dans un labour suivi à Quincampoix, en mars 1953, nous avons ramassé 3 larves du deuxième stade vivantes ou mourantes, et 15 individus d'une part, 4 de l'autre, provenaient de Colmar et de Rennes en mars 1953.

Les souches isolées ont montré les caractéristiques des *Aerobacter* dont de nombreuses variétés ont été décrites comme pathogènes pour les insectes, tel l'agent de la septicémie des sauterelles dénommé *Coccobacillus acridiorum* par D'HÉRELLE (1911, 1912, 1914). Nous pensons qu'elles peuvent être rapprochées, dans une certaine mesure, des « coccobacilles » isolés du Hanneton par PAILLOT (1916 a, b, c)

bien que cet auteur n'ait pas considéré les formes décrites par lui comme apparentées aux *Aerobacter*.

Ces bactéries obtenues en culture pure, inoculées dans la cavité générale des larves, déclenchent une septicémie rapide. La phagocytose est peu intense et n'est apparente qu'au début de l'infection.

Par voie buccale, l'infection se réalise également à condition que l'ingestion se fasse assez fréquemment; car les bactéries se conservent mal dans la terre et sur les rondelles de carotte. Les cas positifs restent cependant toujours en dessous de 5 %, même avec une dose forte de matière infectieuse (1 tube gélose en 3 cm³ d'eau). Les facteurs favorisant le passage à travers l'épithélium intestinal, dont nous avons déjà souligné le rôle dans d'autres types de maladies, sont importants également pour ces infections.

5. Bactériose « noire » à *Bacillus* sp.

Un type particulier de bactériose a été noté aussi bien dans la nature que dans divers élevages. Il s'agit d'une affection répandue sporadiquement dans la plupart des populations de Vers blancs ou de Hannetons. Jusqu'à présent nous n'avons pas eu l'occasion de l'observer sous forme d'épizooties. Malgré la rapidité de la décomposition, nous avons souvent pu identifier ces affections sur insectes vivants affaiblis.

Sur le vivant, les malades peuvent se reconnaître à un certain ramollissement de l'ensemble du corps, à l'apparition d'un léger reflet bleu acier au niveau du pygidium ou au noircissement des stigmates. La couleur des cadavres, toujours très sombre, varie suivant le stade de l'hôte, les conditions de récolte et les individus, du brun foncé au noir. Souvent, la coloration n'est pas homogène et la larve présente des marbrures grisâtres, sur tout ou partie du corps.

Les prénymphe et nymphes attaquées montrent souvent également des plages marbrées; en outre, elles prennent une forme beaucoup plus cylindrique qu'il n'est normal, de sorte que les prénymphe arrivent à ressembler à une sorte de saucisson (fig. 10).

Dans le cas des insectes parfaits, aucun symptôme externe ne permet de distinguer les malades.

Plus de la moitié des cas est constituée par des larves du troisième stade qui paraissent être les plus sensibles.

Les larves vivantes affaiblies contiennent dans le tube digestif et aussi dans les tissus péri-intestinaux, ainsi que dans l'hémolymphe, des bactéries en forme de bâtonnets. Ces éléments sont Gram positif et forment des spores ovoïdes subterminales. Ils ont été isolés à partir de l'hémolymphe de larves vivantes où ils se sont montrés en exclusivité.

Injectées dans des larves, les cultures reproduisent tous les symptômes décrits ci-dessus témoignant de la virulence et du rôle effectif des souches bactériennes isolées. Par voie buccale les mêmes souches déclenchent également les symptômes, mais la proportion des infections

positives demeure inférieure à 5 %; la virulence semble être liée à certaines conditions encore mal définies. Ces conditions ne paraissent cependant pas exceptionnelles, car, comme nous l'avons signalé plus haut, la maladie a été fréquemment retrouvée dans la nature.

Aux examens bactériologiques de plusieurs des souches isolées, confirmés et complétés par l'Institut Pasteur, les caractéristiques du groupe *Megatherium* se sont dégagées. Dans certains cas il était très difficile de ranger les germes parmi les *Bacillus* connus et même la possibilité d'une parenté avec le groupe *cereus* a été envisagée. A cause des lacunes de description bactériologique par les auteurs les souches n'ont pu être identifiées avec le *Bacillus tracheitis graphitosis* de KRASSILSTCHIK (1893) ni avec *Bacillus hoplosternus* de PAILLOT (1916). Les études de classement systématique continuent.

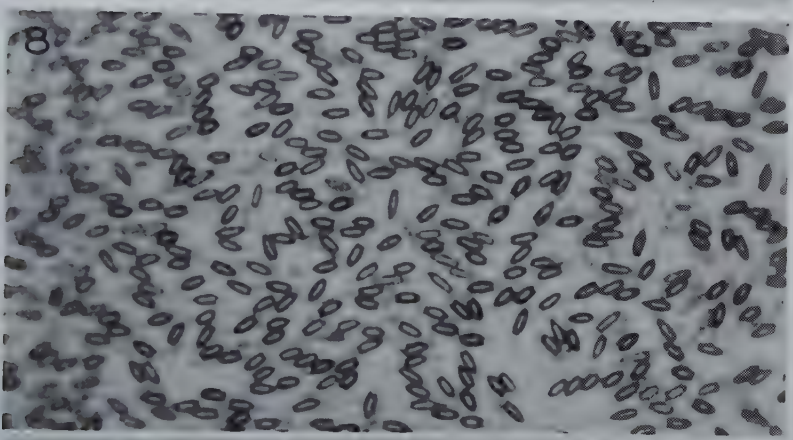
La pathogenèse consiste en une phase intestinale avec faible localisation des formes végétatives dans l'épithélium cylindrique et en une phase de développement septicémique avec sporulation déclenchant une réaction phagocytaire.

C. PROTOZOONOSES.

Plusieurs espèces de protozoaires ont été signalées par divers auteurs dans les tubes digestifs des Vers blancs. Nous citerons en particulier le flagellé : *Polymastix melolontha* GRASSI, hôte de la poche rectale; et les grégaires : *Stictospora provincialis* LÉGER et *Euspora fallax* SCHNEIDER qui sont accrochées aux parois de l'intestin moyen. Nous avons également eu l'occasion d'observer, à maintes reprises, au cours de dissections, la présence de grégaires dans l'appareil digestif de larves de *M. melolontha*. Les relations entre l'insecte et ces protozoaires ne sont pas encore bien définies mais il ne s'agit pas de parasites au sens strict de ce terme.

Légende de la planche

- FIG. 7 : Larve du troisième stade de *M. melolontha* saine (à gauche), et larve présentant les symptômes de la « maladie laiteuse » (à droite). (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)
- FIG. 8 : Hémolymphes de Ver blanc envahies par les formes sporulées de *B. popilliae* souche « Melolontha » ($\times 1\,000$). (Remarquer à l'extrémité de la spore le gros cristal incolore). (Cliché : Institut Pasteur de Paris.)
- FIG. 9 : Larve du troisième stade morte, noire et en début de décomposition, atteinte par une bactériose à *Bacillus* sp. (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)
- FIG. 10 : Prénymphes de *M. melolontha*. A gauche, individu présentant l'aspect « saucisson », symptôme de différentes affections dont la bactériose à *Bacillus* sp.; à droite, individu normal. (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)



KRIEG (1955) a trouvé des larves de *Melolontha* sp. infectées par une microsporidie qu'il décrit sous le nom de *Plistiphora melolonthae* KRIEG en la rangeant dans la famille des *Nosematidae*.

De notre côté, nous avons observé quelques cas d'affection à protozoaire chez les larves de *M. melolontha*, mais il s'agissait toujours d'individus isolés et ce type de maladie n'a qu'une influence très réduite sur l'évolution des populations de Hanneton. En effet, nos examens portent sur 3 Vers blancs du troisième stade, remarqués en juillet 1950, au cours des sondages près de Bresles (Oise), sur 2 larves prélevées en août 1957 à Marolles-les-Braults (Sarthe) dans une prairie naturelle, et sur trois larves du troisième stade maintenues en élevages.

Les symptômes consistent en une certaine perte de turgescence et en un changement de couleur, souvent en grisâtre, inaccoutumé pour une bactériose. Dans certains cas également, les larves peuvent également apparaître plus jaunâtres que d'habitude. La graisse peut paraître anormale, très blanche.

Le tissu adipeux et l'hémolymphe sont les sièges des altérations cytoplasmiques et contiennent les spores d'un protozoaire souvent en grand nombre. Les spores se trouvent réunies par groupes de plus de dix en sporoblastes, ou sont séparées individuellement. Elles sont ovoïdes et mesurent en longueur 4 à 5 μ (fig. 11). Ces caractéristiques

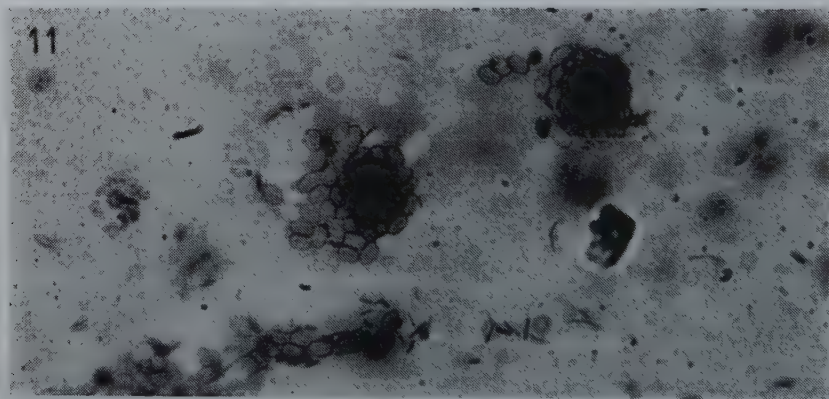


FIG. 11 : Hémolymphe de Ver blanc infectée par un *Nosematidae* ($\times 800$). (Cliché : C. VAGO.)

correspondent à celles de la famille des *Nosematidae* et ont certaines ressemblances avec celles signalées par KRIEG pour *Plistiphora melolonthae*. Cependant nous ne nous fixons pas encore pour l'identité de l'espèce, compte tenu des réserves faites à juste titre (STEINHAUS, 1949) pour les dénominations à cause de la polyvalence fréquente chez les Microsporidies. De plus, nous avons constaté également les mêmes

altérations, les mêmes symptômes et les mêmes formes sporulées chez *Phyllopertha horticola* L. et chez *Oryctes nasicornis* L.

D. RICKETTSIOSES.

DUTKY et GOODEN (1952) ont signalé chez la larve du Hanneton japonais *Popillia japonica* NEWM. ainsi que chez deux espèces de *Phyllophaga* une « blue-disease » dénommée ainsi à cause de l'apparition dans le corps gras d'une couleur gris-bleu. Le sang de ces larves renferme des cellules dont le noyau est entouré de rickettsies que les auteurs ont appelées *Coxiella popilliae*.

En Allemagne, dans la région de Darmstadt, une maladie « bleue » provoquée également par une Rickettsie a été mise en évidence par WILLE et MARTIGNONI (1952) dans des Vers blancs ramassés à la surface du sol près de Lorsch. KRIEG a étudié les caractères de *Rickettsia melolonthae* KRIEG (1955). Ces Vers blancs appartiennent vraisemblablement (1) à l'espèce *Melolontha hippocastani* F., étant donné le biotope dans lequel ils ont été trouvés : peuplement forestier sur un terrain sablonneux, mais WILLE et KRIEG ont infesté des larves de *M. melolontha* par injection et par ingestion. De plus, un certain nombre de cas sur *M. melolontha* ont été notés dans la nature, le Hanneton commun est donc sensible également à cette rickettsiose.

En décembre 1954, M. JACQUIOT, ingénieur principal des Eaux et Forêts, nous signalait l'apparition de Vers blancs parmi les feuilles mortes, sur le sol de plusieurs secteurs de la forêt de Fontainebleau. Les gelées mirent fin au phénomène avant que nous ayons pu nous rendre sur place et ensuite il n'y eut plus d'observations de comportement anormal parmi les Vers blancs de ce massif forestier. Au mois de décembre 1957, la présence de Vers blancs hors du sol nous fut à nouveau signalée dans quelques cantons de la même forêt (2). L'un de nous récolta le 24 décembre une vingtaine de larves encore vivantes et remontées en surface.

La majorité des larves contaminées a un comportement particulier. Alors que les Vers blancs sains s'enfoncent dans le sol pour hiberner, les larves atteintes montrent un géotactisme négatif qui les amène sur la surface du sol où elles viennent mourir.

Les symptômes consistent en une diminution importante de la turgescence du corps de l'animal qui prend un aspect rabougri et en l'apparition d'un reflet bleuâtre sur l'ensemble du corps, mais plus particulièrement au niveau du pygidium.

(1) Jusqu'à présent aucune méthode ne permet de différencier les larves des deux espèces de *Melolontha*.

(2) Nous exprimons nos vifs remerciements à M. JACQUIOT pour ses observations qui nous ont permis de découvrir ce foyer de maladie bleue et pour l'obligeance avec laquelle il nous a fourni toutes indications.

Dans les frottis d'hémolymphes, colorés selon la technique de MACHIAVELLO, on voit de petits bâtonnets très courts teintés en rouge dans le cytoplasme des hémocytes. Les recherches poursuivies en collaboration avec le docteur GIROUD, chef du Service des rickettsioses à l'Institut Pasteur de Paris, montrent qu'il s'agit d'une *Rickettsia* et les cultures sur poumon de souris ou sur œuf fournissent d'autres arguments à cette thèse. Les larves de *M. melolontha* peuvent être infectées par injection. Nous poursuivons les études sur la pathogenèse et sur la comparaison avec la souche isolée par le Laboratoire de Darmstadt, ce qui permettra de mettre en évidence l'identité ou non des deux germes.

E. LE RECROQUEVILLEMENT.

Nous avons enregistré, en diverses occasions, une maladie particulière ne ressemblant à aucun type de maladie connu chez *M. melolontha*. Nous l'appelons le « recroquevillement » à cause de l'allure ratatinée que prennent les malades.

Elle a été observée souvent dans la nature et aussi en élevage à différentes époques dans des conditions très variées, mais la plupart des larves atteintes avaient été ramassées dans la nature depuis plus ou moins longtemps.

Nous avons décelé le recroquevillement chez 6 L₁, 8 L₂, 42 L₃, 9 P. N., 14 N. et 39 imagos. Il s'observe souvent lors de l'éclosion de l'insecte parfait ou peu après la mue imaginale.

Les symptômes consistent, surtout lorsqu'il s'agit de larves âgées ou de nymphes, en une perte de turgescence prononcée. Les anneaux de l'abdomen rentrent peu à peu les uns dans les autres et l'insecte a de plus en plus un aspect desséché. Chez les Hannetons, contrairement aux autres maladies qui ne se reconnaissent qu'à l'examen microscopique, le recroquevillement se manifeste extérieurement par une malformation des ailes et des élytres et intérieurement par une consistance pâteuse du tissu adipeux qui est désorganisé et qui prend une couleur « mastic » caractéristique.

L'étiologie de la maladie a été recherchée par étude histopathologique, isoléments, reproduction. Les symptômes peuvent faire croire à un manque d'humidité du milieu ambiant, mais ce facteur n'intervient pas en fait dans le déclenchement de la maladie. Il y a similitude d'aspect entre le « recroquevillement » et le dessèchement, mais les deux modifications ont des origines différentes.

En effet, des insectes « recroquevillés » ont été remarqués dans des conditions d'humidité apparemment satisfaisantes.

D'autre part, le recroquevillement peut se transmettre à des animaux sains. Nous l'avons vérifié en faisant l'élevage de larves du

troisième stade, partie dans de la terre ayant contenu des insectes atteints par cette affection, partie dans un sol normal présumé sain. Notons aussi un cas particulier : en juillet 1950, une douzaine de nymphes présentant les symptômes caractéristiques de la maladie ont été récoltées au cours de sondages dans la région de Bresles. Plus de 90 % des 300 nymphes et prénymphe en provenance des mêmes champs, mises en élevage au laboratoire moururent recroquevillées dans le mois qui suivit. Une telle hécatombe ne fut jamais observée par la suite dans nos élevages de nymphes.

Des cas de recroquevillement sur larves du troisième stade furent observés sur des Vers blancs récoltés à Bleury (Eure-et-Loir) en novembre 1951.

Les lésions sont le plus prononcées dans le tissu adipeux lequel présente une vacuolisation anormale. De telles altérations s'observent aussi souvent dans les hémocytes.

L'étude étiologique est en cours.

F. LA MALADIE « TRANSPARENTE ».

Parmi les affections observées occasionnellement sans précision étiologique, nous devons mentionner une maladie constatée dans une dizaine de cas sur de jeunes larves provenant aussi bien de la nature que d'élevages.

Sur les larves vivantes, des symptômes assez caractéristiques font remarquer cet état pathologique. Elles sont peu vigoureuses mais leur turgescence n'est guère diminuée. Le tégument normalement opaque devient de plus en plus translucide, les larves conservent en même temps leur couleur normale, quelquefois elles jaunissent légèrement.

Il y a, dans l'hémolymph, une forte vacuolisation des hémocytes et la présence des débris cellulaires provenant, comme le montre l'histologie, de tissus hypodermiques et adipeux fortement altérés. Ce dernier tissu prend un aspect granuleux à la suite de ces modifications. La nature de ce tissu nous ayant semblé susceptible de donner des explications étiologiques, son examen au microscope électronique est en cours.

Il est difficile de se prononcer sur la transmission de cette maladie. L'inoculation de l'hémolymph de larve malade dans la cavité générale des larves saines est restée dans la majorité des cas sans conséquence tandis que dans un des lots (30 larves) injectés, 2 présentaient au bout d'un mois les symptômes décrits ci-dessus. Malgré ce taux extrêmement faible, nous ne négligeons pas ces cas positifs car la maladie était très rare aussi bien dans l'élevage que dans les lots provenant de la nature.

Du fait de son absence dans les lots témoins, certains rapports avec l'inoculation peuvent être envisagés.



FIG. 12 : Ver blanc sain à gauche, et larve de *M. melolontha* infectée par la rickettsiose à droite. (Cliché : Laboratoire de Lutte biologique, La Minière.)

FIG. 13 : Maladie transparente, à gauche : aspect général; à droite : détail du pygidium.

Nous avons essayé de comparer cette affection avec l'« hydropisie » de HEIDENREICH sans pouvoir trouver d'éléments permettant d'identifier les deux types.

V. Étude comparative de l'aspect des malades

La question de la reconnaissance des maladies en élevage et dans la nature, par l'aspect des insectes malades, a été souvent soulevée par les entomologistes. Aussi il nous a semblé utile, dans le cas de *Melolontha*, de confronter les observations symptomatologiques de

l'entomologiste avec les maladies correspondantes déterminées par le pathologiste.

Les maladies décrites plus haut se manifestent souvent par certains changements externes (déformation, décoloration ou coloration du tégument, immobilité, etc.). En les comparant entre elles sous forme de listes de diagnostics, nous avons conclu avant tout que la valeur de ces symptômes est très variable et que les signes externes, permettant de définir sans examen ultérieur une maladie donnée et de reconnaître l'agent pathogène, sont rares.

Dans certains cas, par exemple dans un biotope ou dans un élevage ayant été suivi préalablement au point de vue prospection pathologique, il est possible de se prononcer pour certaines affections uniquement d'après les symptômes externes. Tel est le cas, par exemple, de la maladie laiteuse ou d'une mycose à *Metarrhizium*.

D'autres particularités permettent de délimiter certains types d'affections tels que mycoses, rickettsioses.

Cependant, il est souvent hasardeux d'essayer de déterminer d'après les symptômes externes les groupes plus limités même lorsque l'aspect de l'animal semble caractéristique et même lorsqu'on a l'habitude de voir de nombreux cas semblables. On serait ainsi tenté de se prononcer facilement pour des mycoses à *Beauveria densa* ou pour certaines bactérioses à coccobacilles alors que les premières peuvent être confondues avec les affections à *Beauveria effusa* ou à *Spicaria* et les secondes avec diverses septicémies à *Pseudomonas* ou à *Aerobacter*.

Enfin, il existe tout un groupe de symptômes qui ne permettent même pas de délimiter un type de maladie et qui correspondent à des conséquences physiologiques ou parapathologiques générales tels que noircissement, perte de turgescence, diarrhée, etc...

Nous essayerons de discuter la signification et la valeur des aspects les plus fréquents et les plus importants.

A. CHEZ LES LARVES.

Le noircissement des cadavres de Vers blancs ou des larves vivantes mais affaiblies peut provenir soit d'une action septicémique primaire, soit d'une infection bactérienne secondaire consécutive à une blessure ou à une maladie primaire. Dans le premier cas il s'agit surtout des bacilles du groupe *cereus* et de *megatherium*, dans le second de bactéries très variées.

Ainsi, parmi les larves mortes en présentant une coloration noire le diagnostic pathologique a révélé 27 individus tués par une bactérie du groupe *cereus* contre 5 insectes contaminés par *Pseudomonas* et 5 par des coccobacilles non déterminés.

Un noircissement semblable à celui dû à l'effet bactérien peut être provoqué par des causes physiologiques ou physiques favorisant la mélanisation de l'hémolymphhe.

L'aspect blanc et opaque des Vers blancs avec sang laiteux est pratiquement toujours lié à l'action d'un bacille type *popilliae* et il y a peu de risques de confusion avec des mycoses ou certaines bactérioses. Il est cependant important de noter que la liste des bactéries pouvant induire une maladie laiteuse n'est pas limitative et l'aspect caractéristique de l'hôte n'implique pas de conclusion sur la nature bactériologique précise de l'agent pathogène. Dans certains cas, où l'opacité de l'hémolymphhe est peu prononcée, une confusion est possible avec le début de l'affection que nous avons désignée « maladie transparente ».

Le durcissement des cadavres témoigne le plus souvent d'une action cryptogamique. Ce symptôme est dû à l'envahissement par les filaments mycéliens qui aboutit à une véritable momification de l'hôte. On le constate généralement aussitôt après la mort, mais souvent il y a, à ce moment, une courte période pendant laquelle le cadavre est mou. En fait, le délai d'apparition du durcissement est lié à la vitesse de prolifération du parasite et par conséquent dépend de multiples facteurs en rapport soit avec le parasite : nature de l'espèce, virulence de la souche, taux d'infection, soit avec l'hôte : âge, état physiologique, soit avec le milieu ambiant : température, hygrométrie.

L'aspect momifié, moisi est également un signe fréquent de mycoses. Il est dû à la formation des hyphes externes puis à l'apparition des conidies. Ces dernières forment alors une couche farineuse ou soyeuse de différentes couleurs. Cette prolifération peut apparaître sous forme de touffes partant souvent des articulations ou des stigmates ou encore couvrir l'insecte entier.

L'absence de ces symptômes n'exclut cependant nullement un développement cryptogamique. Le durcissement du corps peut être plus ou moins prononcé et l'apparition d'un mycélium externe dépend en partie de l'état hygrométrique du milieu. Souvent une mycose généralisée peut exister lorsque le cadavre se dessèche vite sans aucun mycélium ni conidies externes, les larves montrant alors les symptômes d'un recroquevillement.

Les taches brunes ou noires que les Vers blancs présentent souvent sur l'épiderme ont diverses origines.

Le plus fréquemment elles correspondent, comme l'un de nous l'a décrit récemment (VAGO, 1956) à des lésions traumatiques plus ou moins étendues et peu profondes, coupures et souvent usures de l'épiderme par suite de frottements contre des objets durs : paroi des cages d'élevage, cailloux dans les champs, etc... L'hémolymphhe recouvrant la place se solidifie et se mélanise. Ces lésions sont parfois suivies de cicatrisation : les taches noires disparaissent alors avec l'exuvie au moment des mues.

Ces plaies peuvent constituer une voie de pénétration pour les germes pathogènes et tout particulièrement pour les champignons, comme en témoigne le tableau 1 où nous avons indiqué le nombre d'individus porteurs de ces symptômes par rapport au nombre total d'insectes atteints par les principales affections de *M. melolontha*.

En cas de mycose il arrive que les taches mélanisées s'étendent lentement sur plusieurs dizaines de millimètres carrés et quelquefois de petites touffes mycéliennes localisées sont visibles sur les parties mélanisées.

Certains champignons, les *Spicaria* par exemple, provoquent des points de mélanisation sur divers endroits du tégument par suite de l'extension du mycélium externe. Ce sont des symptômes secondaires de mycose.

De telles mélanisations se remarquent parfois sur le point de pénétration de certains champignons très pathogènes comme *Metarrhizium*. Elles s'étendent progressivement d'une façon concentrique sans atteindre d'autres parties du corps.

TABLEAU I

Fréquence, selon les maladies, des taches noires ou des touffes mycéliennes très localisées.

Nature du germe	Insectes à taches noires	Total des malades examinés	% d'individus à taches noires
A. MYCOSES :			
<i>Beauveria densa</i>	15	285	5
<i>Beauveria effusa</i>	9	125	7
<i>Metarrhizium anisopliae</i> ..	16	164	10
<i>Spicaria farinosa</i>	2	21	10
<i>Aspergillus</i> sp.....	26	57	45
<i>Fusarium</i> sp.	5	18	27
<i>Mucor</i> sp.	10	35	30
<i>Penicillium</i> sp.	14	32	46
B. BACTÉRIOSES :			
<i>Pseudomonas septica</i>	4	326	1
Coccobacilles	1	112	1
<i>Bacillus</i> sp.	2	82	1
C. RECROQUEVILLEMENT	2	118	2

Un léger reflet bleuâtre fait penser à l'intervention d'une rickettsiose. Cependant des examens approfondis sont nécessaires pour être affirmatifs. Le reflet peut ne pas être prononcé et n'avoir aucune relation avec une maladie à rickettsie.

Le raccourcissement avec tendance à la dessiccation est un symptôme pouvant provenir simplement d'une déshydratation ou signifier

également une maladie infectieuse que nous avons appelée « recroquevillement ».

Dans la plupart des cas examinés il s'agissait de cette deuxième possibilité : 79 larves et nymphes se révélèrent infectées alors que pour 9 insectes seulement la malformation était d'origine physiologique.

L'aspect vitreux accusé correspond le plus souvent à l'affection que nous avons traitée sous le nom de maladie transparente et dont l'étiologie est mal définie. On le rencontre cependant aussi dans d'autres maladies telles que certaines affections à *Pseudomonas* ou à *Aerobacter*, accompagné dans ce dernier cas d'un brunissement de la couleur des larves.

Un reflet verdâtre fluorescent sur larves non momifiées a toujours signifié au cours de nos examens la présence de septicémie à *Pseudomonas*. Cette fluorescence est facile à vérifier sous la lumière de WOOD où elle apparaît très nettement à travers le tégument. Par contre la teinte ocre légèrement brunâtre peut avoir de nombreuses origines bien qu'elle soit le plus souvent liée à la présence de septicémies à différentes bactéries coliformes.

Ainsi parmi les Vers blancs montrant cette particularité de coloration 217 étaient atteints par la septicémie alors que 57 étaient l'objet de troubles physiologiques, d'origine alimentaire le plus souvent, d'ailleurs : intoxication, défaut d'alimentation, etc.

B. SUR L'INSECTE PARFAIT OU SUR LES NYMPHES.

Les symptômes sont moins nets et moins significatifs que sur les larves.

Le ramollissement de l'abdomen est en rapport avec un grand nombre d'affections surtout septicémiques dues aux divers *Bacillus*, *Pseudomonas* ou bactéries coliformes et même à des streptocoques ou à des staphylocoques.

La liquéfaction des tissus abdominaux souvent évoquée par PAILLOT pour distinguer certaines de ces souches isolées des Hannetons, nous a paru un signe assez général et peu spécifique.

Le raccourcissement avec dessèchement particulièrement prononcé sur les nymphes doit être considéré de la même façon que sur les larves.

Le durcissement et l'aspect momifié sont ici, comme sur les larves, les symptômes caractéristiques de certaines affections cryptogamiques, avec la réserve que nous avons faite plus haut à cause de la ressemblance des mycoses pathogènes et des momifications saprophytaires.

La malformation et le mauvais dégagement des ailes ou des pattes se sont souvent montrés en rapport avec la maladie du « recroquevillement ». Nous précisons toutefois que des causes physiologiques ou

physiques sont également susceptibles de déclencher des phénomènes semblables.

D'une façon générale nous tenons à souligner certains phénomènes importants pour l'appréciation des symptômes présentés par les insectes malades : plusieurs actions microbiennes ou physiologiques peuvent agir simultanément ou successivement sur un même individu, d'où un mélange de symptômes.

Ainsi, une succession de momifications sur un même cadavre d'insecte est possible. Nous avons noté par exemple la momification par des *Penicillium* ou des *Scopulariopsis* survenant après une infection à *Empusa* et masquant entièrement toutes les caractéristiques de cette mycose.

D'un autre côté, les symptômes typiques de mycose à *Metarrhizium*, *Spicaria*, etc. peuvent disparaître dans certaines conditions, surtout dépendant de l'humidité, car les cadavres peuvent être attaqués extérieurement par des bactéries et même par des Nématodes qui suppriment tout le mycélium externe. Les cadavres font ainsi plutôt penser à une bactériose ou à une maladie physiologique qu'à une mycose.

L'envahissement interne par des bactéries secondaires est un phénomène assez généralisé après les maladies bactériennes, à rickettsies ou à protozoaires. Ces bactéries peuvent d'ailleurs agir non seulement en provoquant la décomposition générale, mais également en traversant le tube digestif des larves affaiblies; elles occasionnent alors un syndrome ressemblant à une septicémie.

Ces exemples montrent qu'à côté des cas particulièrement typiques, il existe un grand nombre de possibilités d'interaction rendant les rapports « syndrome-étiologie » souvent particulièrement complexes.

VI. Fréquence des diverses maladies

Si nous procédons à la récapitulation des maladies du Hanneton ayant fait l'objet de diagnostics, et qui ont été prises en considération dans les chapitres précédents, il semble au premier abord que les mycoses représentent la cause de mortalité la plus importante. En effet, la proportion est d'environ 900 mycoses pour 600 bactérioses.

En fait, cette estimation est erronée pour diverses raisons :

- 1° Beaucoup d'individus présentant des symptômes très caractéristiques de telle ou telle attaque fongique n'ont pas été examinés par le pathologiste, ni mentionnés dans les pages précédentes.
- 2° De même, mais pour un motif opposé, de très nombreux insectes vraisemblablement tués par des bactéries ont dû être rejetés dès

leur prélèvement dans nos élevages ou lors des prospections dans la nature, ou bien à leur arrivée au laboratoire de Pathologie, par suite de l'état de décomposition trop avancée des cadavres. Lorsqu'il en est ainsi, en effet, une abondante faune saprophyte a proliféré au point de masquer le facteur primaire responsable de la mortalité.

Ce phénomène ne se produit que très rarement lorsque la mortalité est due à un champignon par suite de la momification des cadavres qui intervient alors et permet la conservation des échantillons.

Dans ces conditions, il est vraisemblable que nous avons étudié relativement plus de mycoses que de bactérioses, mais le rapport exact entre ces deux catégories essentielles d'affections du Hanneton est difficile à définir. En fait, ce rapport est très variable selon les circonstances et dépend à la fois des conditions d'élevage ou des lieux de récolte, ainsi que de l'âge des animaux.

a) *En ce qui concerne l'âge des insectes*, le tableau II met en évidence les différences de sensibilité des divers stades suivant les germes considérés. D'une façon générale, les champignons se manifestent surtout sur les larves du troisième stade. Il en est de même pour les bactéries sporulées du groupe *Bacillus cereus* et pour la maladie laiteuse

TABLEAU II
Sensibilité des différents stades aux diverses maladies

Maladies	Nombre d'individus atteints par la maladie						
	L ₁	L ₂	L ₃	PN	N	Imago	TOTAL
I. MYCOSES à :							
<i>Beauveria densa</i> ...	22	52	142	5	4	60	285
<i>Beauveria effusa</i> ...	3	22	73	3	1	22	124
<i>Beauveria bassiana</i> .	—	1	14	1	—	—	16
<i>Metarrhizium aniso-</i> <i>pliae</i>	—	19	53	6	10	14	102
<i>Spicaria farinosa</i> ...	1	11	26	1	3	22	64
<i>Aspergillus</i> sp.	5	4	34	3	2	6	54
<i>Fusarium</i> sp.....	—	8	20	—	2	4	34
<i>Mucor</i> sp.	10	—	19	—	—	6	35
<i>Penicillium</i> sp.	—	4	15	7	1	6	33
<i>Scopulariopsis</i>	1	1	11	1	1	57	72
II. BACTÉRIOSES à :							
<i>Bacillus popilliae</i> ...							
<i>Pseudomonas septica</i>	76	99	36	2	1	112	326
<i>Pseudomonas</i> sp. ...	5	14	12	—	—	4	35
<i>Serratia marcescens</i> ..	—	—	3	—	—	—	3
<i>Aerobacter</i>	—	8	3	1	—	—	12
Coccobacilles	17	20	8	1	—	90	136
<i>Bacillus</i> sp.	6	12	65	6	2	11	82
III. RECROQUEVILLEMENT ...	6	8	42	9	14	39	118

du groupe *Bacillus popilliae* alors que les bactéries coliformes et en particulier *Pseudomonas septica* se rencontrent surtout chez les jeunes Vers blancs des deux premiers stades.

Pour les insectes parfaits les germes les plus actifs sont d'une part : les *Beauveria* et les *Scopulariopsis* (mais dans ce cas, il s'agit le plus souvent de momifications saprophytes), d'autre part, *Pseudomonas* et les diverses espèces de Coccobacilles.

Par conséquent, suivant l'âge de la population étudiée les nombres respectifs d'insectes atteints par les différentes maladies seront très variables. Lorsque les sondages dans les champs ou les élevages s'adressent à des jeunes larves, il y a beaucoup plus de chances de récolter des individus contaminés par une bactérie coliforme que par une mycose. Dans une population de larves du troisième stade, par contre, il faut s'attendre à observer le développement de diverses mycoses dont *Beauveria densa* ou l'apparition de cadavres mous et noirs dans lesquels sporule un bâtonnet du groupe *cereus*.

b) *En ce qui concerne l'influence des conditions d'élevage*, nous avons indiqué, à titre d'exemple, dans le tableau III le nombre de Vers blancs présentant soit les symptômes d'une maladie bactérienne, soit les symptômes d'une affection fongique, dans un élevage de larves du premier stade, entrepris à 20 °C avec quatre plantes sur deux types de sol : une terre de jardin riche en humus et en sable et un limon riche en argile.

TABLEAU III

Proportion bactérioses-mycoses dans un élevage de larves du premier stade.

SYMPTOMES	CAROTTE		TRÈFLE BLANC		RAY-GRASS		DACTYLE	
	terre de jardin	limon	terre de jardin	limon	terre de jardin	limon	terre de jardin	limon
Bactérioses.....	40	12	22	7	94	8	53	76
Mycoses.....	16	26	19	47	26	61	13	45

D'après ce tableau III, le nombre de mycoses ou de bactérioses par rapport au total des morts dépend de deux facteurs :

- 1° De la nature du sol : dans la terre argileuse on enregistre un très net accroissement de la mortalité due aux champignons;
- 2° De la qualité de l'alimentation : la carotte et le trèfle sont des plantes favorables au développement des Vers blancs, le dactyle et le ray-grass sont des végétaux défavorables.

Avec le premier type de nourriture, les mycoses deviennent prépondérantes dans les élevages sur limon argileux, tandis que dans le cas d'une alimentation peu satisfaisante, les cadavres présentant les symptômes de bactérioses restent toujours les plus nombreux, ceci

est dû au fait qu'il est très difficile une fois la mort survenue de différencier les cadavres provenant d'une attaque de bactéries et ceux dont la mort est d'origine physiologique. Beaucoup d'autres cas analogues ont été notés dans nos élevages de Vers blancs.

Un autre facteur écologique susceptible de modifier la fréquence des mycoses ou des bactérioses est la température, comme l'indique le tableau IV : aux températures inférieures au seuil de développement (11 °C) le nombre de mycoses est très faible. Au-dessus de cette température, les champignons deviennent en général plus virulents que les bactéries.

TABLEAU IV
Action de la température sur la fréquence des maladies

Températures	Nombre de mycoses	Nombre de bactérioses
8 °C	0	24
10 °C	7	42
15 °C	21	10
20 °C	14	11
25 °C	18	13

Dans une toute récente publication (NIKLAS, 1958) NIKLAS donne les fréquences des diverses affections parasitaires trouvées, de 1954 à 1957, dans les Vers blancs ramassés au cours des prospections effectuées dans la région de Lorsch, pour l'étude de la rickettsiose découverte dans ce biotope. Les maladies les plus fréquentes sont, outre cette rickettsiose qui cause 20 à 30 % de la mortalité, des bactérioses qui représentent, d'après cet auteur et selon les sources, de 20 à 47 % du total. Les mycoses n'interviennent que pour 6 à 7 %.

Ce faible pourcentage de mycoses s'explique vraisemblablement par les conditions locales de la région où ont été faits les prélèvements, conditions qui doivent être défavorables au développement des champignons, car en ce qui nous concerne, nous avons toujours trouvé en plein champ une proportion relativement importante de mycoses.

c) *En ce qui concerne les biotopes* où les insectes ont été ramassés, la détermination des divers germes susceptibles d'exister à l'état endémique dans telle ou telle population demande non seulement l'observation immédiate des insectes malades trouvés au moment de la prospection, mais aussi l'examen des individus qui meurent dans les élevages réalisés à partir de ces récoltes. En effet, il est nécessaire de tenir compte de la période d'incubation des différentes maladies pour avoir une évaluation correcte du pourcentage d'animaux atteints par tel ou tel champignon ou bactérie. Toutefois, pour éviter de prendre en considération des infections intervenant en cours d'élevage, il est bon de limiter cette période de quarantaine. Nous admettons en général qu'après deux ou trois semaines les affections qui se déclarent sont d'origine douteuse.

Dans la nature, comme nous l'avons mentionné au cours de l'étude des différents germes, les maladies se trouvent surtout à l'état endémique. Des tendances à l'épizootie n'ont été reconnues que pour deux agents pathogènes : la maladie laiteuse et la mycose à *Beauveria*.

Le caractère épizootique a été noté en 1957 pour les deux espèces dans le département de la Sarthe à la suite, vraisemblablement, des pullulations de Vers blancs qui se sont produites dans certaines localités de cette région.

Dans une prairie naturelle ayant fait l'objet de sondages en août 1957, nous avons compté près de 12 % de Vers blancs « laiteux ». Dans une autre commune, un champ cultivé montrait en novembre 80 % des larves momifiées par *Beauveria*, pour une densité de population voisine de 25 au mètre carré.

En résumé, il est très difficile, étant donné les multiples causes de variation, de définir une fréquence même pour les deux grandes catégories de maladies considérées globalement : mycoses et bactérioses.

VII. Discussion

La liste de maladies du Hanneton commun ou de sa larve dont nous venons d'exposer les principaux caractères, n'est pas limitative. Il est vraisemblable que des prospections plus étendues et la réalisation d'élevages plus variés, surtout en ce qui concerne l'origine des insectes mis en observation, permettront de trouver des affections non signalées ici. Toutefois le grand nombre d'individus examinés et la diversité de leur provenance nous autorisent à penser que les germes étudiés dans ce mémoire représentent l'essentiel de la flore pathogène pour *M. melolontha* et que, au moins pour nos régions, les compléments devraient se réduire à quelques unités en ce qui concerne les Vers blancs.

Dans le cas des imagos, nos recherches ont été moins approfondies pour diverses raisons et il est possible que plusieurs affections n'aient pas été caractérisées, en particulier chez des insectes récoltés dans la nature. Aussi, nous nous proposons de poursuivre notre inventaire des maladies de *M. melolontha* par l'examen systématique de Hannetons capturés mourants dans les champs.

Un des traits les plus frappants de notre liste de maladies est l'absence de virose, le « recroquevillement » n'étant pas encore assez bien connu pour pouvoir être classé dans cette catégorie. Cette absence peut être due à trois causes : ou bien notre enquête n'a pas été suffisante au point de vue de la variété des conditions de récolte ou bien la ou les viroses éventuelles sont passées inaperçues jusqu'à présent, faute des formes figurées qui permettent souvent de les caractériser : granules ou polyèdres, ou bien enfin le Hanneton commun est vraiment indemne de toute virose.

Cette dernière hypothèse est en accord avec les données de la littérature. Alors que pour certains ordres d'insectes tels que les Lépidoptères, les viroses constituent les principales causes de maladies, un seul cas d'attaque, d'ailleurs peu vraisemblable, de Coléoptère par un virus a été signalé chez un *Dermestidae*: *Anthrenus museorum* (HUGHES, 1957).

Au point de vue pathologie comparée, cette absence de virose chez *Melolontha* et chez les Coléoptères en général, pose des problèmes dont nous ne discuterons pas ici, mais dont l'intérêt ne nous échappe pas. C'est pourquoi nous pensons poursuivre nos recherches plus particulièrement sur ce sujet.

Parmi les nombreux germes dont nous avons mis en évidence le pouvoir pathogène pour le Hanneton et sa larve, il convient d'établir une distinction entre les microbes bien adaptés à cet insecte et les agents occasionnellement virulents.

Dans le premier groupe nous rangerons principalement les mycoses à *Beauveria*, à *Metarrhizium*, à *Spicaria* et à *Empusa*, les bactérioses à *Pseudomonas septica*, à *Bacillus megatherium* ou à *B. cereus*, et du type *B. popilliae*, la rickettsiose et certaines protozoonoses. Il s'agit soit de germes parasites de diverses autres espèces d'insectes tels que *Beauveria*, *Metarrhizium* ou *B. cereus*, soit de germes inféodés à *Melolontha* comme la souche voisine de *B. popilliae* DUTKY ou *Ps. septica*.

Mais dans tous les cas, ce sont des microbes qui se comportent toujours comme des parasites primaires pour le Hanneton et qui sont naturellement adaptés à ce Coléoptère.

Les germes du second groupe, au contraire, sont soit des saprophytes qui ne deviennent parasites que dans certaines conditions; *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor* par exemple, parmi les champignons, *Aerobacter*, *Serratia*, parmi les bactéries, soit des parasites secondaires qui peuvent occasionnellement être des parasites primaires comme les *Scopulariopsis*.

Parmi les microbes de ce type, l'état physiologique de l'hôte a une grande importance sur les possibilités de contamination, qu'il s'agisse de l'intégrité du tégument dans le cas des mycoses ou de la vigueur des individus dans le cas des bactéries.

Nous avons montré, en effet, à de nombreuses reprises l'influence des blessures pour le déclenchement des mycoses, et mis en évidence la relation entre les conditions d'élevage (température ambiante, nature du sol, qualité de l'alimentation) et la mortalité due aux bactéries coliformes ou à certains champignons.

Pour la lutte biologique contre les Vers blancs, seules peuvent être envisagées les souches du premier type, c'est-à-dire celles qui sont naturellement adaptées à *M. melolontha*. Nous avons effectué de nombreux essais en laboratoire pour évaluer la virulence de divers germes par infection « per os ». Avec les champignons, *Beauveria* et

Metarrhizium, nous n'avons obtenu que des résultats partiels, ce qui confirme les indications d'autres auteurs sur la difficulté d'employer des mycoses comme moyen de lutte biologique contre les ravageurs des cultures, dans l'état actuel de nos connaissances biologiques tant sur les hôtes que sur les parasites. Nous nous proposons cependant de reprendre, de façon plus approfondie, les études sur les possibilités d'utilisation de ces deux hyphomycètes pour la destruction des Vers blancs, étant donnée la fréquence des maladies qu'ils déterminent dans la nature.

Parmi les bactéries, nous avons accordé une attention toute particulière à la souche du type *Bacillus popilliae* DUTKY à cause de son origine, de sa spécificité et aussi parce que les Américains s'en servent depuis de nombreuses années dans la pratique agricole. Cependant, il y a d'autres germes dignes d'intérêt que nous comptons expérimenter dans un proche avenir : *Bacillus cereus* et *B. megatherium*. Une des bactéries les plus virulentes pour *M. melolontha* est *Pseudomonas septica* mais nous ne pouvons la retenir pour le moment pour des essais de lutte car elle ne sporule pas. Faute de ces formes résistantes, il paraît difficile d'escompter la conservation des germes qui seraient éventuellement répandus dans les champs.

La *rickettsie*, agent de la maladie bleue, ne semble pas être susceptible d'être retenue comme agent de lutte; le pourcentage de mortalité est en général trop faible. D'autre part, l'impossibilité d'obtenir sa culture sur un milieu artificiel limite beaucoup son intérêt. Par contre, la présence de ce germe chez les larves détermine des réactions pathologiques, physiologiques et éthologiques intéressantes.

Nous attachons également un intérêt particulier à l'étude des syndromes décrits sans précision étiologique : le recroquevillement et la maladie transparente, car celles-ci semblent avoir, surtout la première, une certaine importance dans les épizooties naturelles de *Melolontha*.

Enfin, de nombreuses observations nous incitent à approfondir l'interaction des maladies du Hanneton. La reconnaissance d'effets synergétiques ou antagonistes peut en effet expliquer certains phénomènes d'apparition ou d'intensification des maladies dans la nature ou en élevage, et contribuer à l'organisation d'essais de lutte biologique.

VIII. Résumé

L'examen de près de 4 000 individus morts ou malades, en élevage au laboratoire, ou dans les conditions naturelles, nous ont permis de faire un premier inventaire des germes pathogènes pour *Melolontha melolontha*, de définir leur virulence relative, d'évaluer leur fréquence

et leur influence dans la régulation des populations du ravageur considéré. Les affections appartiennent aux types divers : mycoses, bactérioses, protozoonoses et rickettsioses. L'importance de chaque type est difficile à estimer du fait des différences de conservation des cadavres. L'absence de virose reste à démontrer mais paraît probable.

Les mycoses sont causées par les champignons des genres *Beauveria*, *Metarrhizium*, *Mucor*, *Empusa*, *Spicaria*, *Isaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Scopulariopsis* — les espèces : *Beauveria densa*, *B. effusa* et *Metarrhizium anisopliae* étant les plus répandues dans toutes les conditions. Ces trois espèces qui parasitent de nombreux autres insectes sont particulièrement bien adaptées au Hanneton. Les *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* et *Scopulariopsis* sont généralement des parasites secondaires.

Dans de nombreux cas, les mycoses se développent à la suite d'une lésion du tégument, surtout chez les larves.

Les maladies d'origine bactérienne sont également nombreuses. Nous avons étudié une « maladie laiteuse », et un milieu de culture artificiel est recherché pour l'agent, un *Bacillus* type *popilliae*, en collaboration avec l'Institut Pasteur de Paris, en vue de son utilisation pour la lutte biologique contre les Vers blancs.

Certaines souches de *Bacillus cereus* et de *B. megatherium* provoquent les « maladies noires » et le *Pseudomonas septica* une « maladie fluorescente ».

Plusieurs cas de septicémies à *Aerobacter* ont été étudiés.

Une *Rickettsia* en cours d'étude détermine chez les larves de *M. melolontha*, une affection analogue à la « maladie bleue » de *P. japonica* et semblable à la « maladie de Lorsch » des auteurs allemands.

Quelques cas d'attaques de protozoaires du type *Nosematidae* ont été notés, mais toujours occasionnellement.

Enfin, d'autres entités morbides comme le « recroquevillement » et la « maladie transparente » ont été définies histologiquement et reproduites expérimentalement, mais leur étude étiologique est en cours.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Examinierung von nahezu 4 000 kranken oder toten Larven aus Laborzuchten oder aus dem Feld gestattete die Aufstellung eines ersten Inventars der für *Melolontha melolontha* pathogenen Erreger, die Bestimmung ihrer relativen Virulenz, die Einschätzung ihrer Wirkungskraft sowie ihres Einflusses auf die Populationsverhältnisse des erwähnten Schädling. Die Krankheiten lassen sich in verschiedene Gruppen teilen : Mykosen, Bakteriosen, Protozoonosen und Rickettsiosen. Die Bedeutung der verschiedenen Krankheiten ist schwierig zu bestimmen, da grosse Unterschiede in der Entwicklung derselben im postmortalen Zustande der Larven vorliegen. Die Abwesenheit von Viren ist noch zu beweisen, doch scheint sie wahrscheinlich.

Die Mykosen werden durch die Gattungen *Beauveria*, *Metarrhizium*, *Mucor*, *Empusa*, *Spicaria*, *Isaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Scopulariopsis* bewirkt, die Arten *Beauveria densa*, *B. effusa* und *Metarrhizium anisopliae* sind die in allen

Verhältnissen am weitesten verbreiteten. Die erwähnten drei Arten, die zahlreiche andere Insekten befallen, sind besonders auf dem Maikäfer zu finden.

In zahlreichen Fällen entwickeln sich die Mykosen in der Folge von äusserlichen Verletzungen, vor allem im Larvenstadium.

Krankheiten, deren Erreger Bakterien sind, treten ebenfalls häufig auf. Im Hinblick auf ihre Verwendung in der biologischen Bekämpfung der Engerlinge wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut Pasteur in Paris die Kultur des Erregers der »Milchkrankheit« (maladie laiteuse) vom Typ des *Bacillus popilliae*, auf künstlichem Nährboden studiert.

Gewisse Stämme von *Bacillus cereus* sowie von *B. megatherium* bewirken die »Schwarzkrankheiten« (maladies noires). *Pseudomonas septica* ist die Ursache einer »Fluoreszenzkrankheit« (maladie fluorescente).

BIBLIOGRAPHIE

- BLUNCK, H. — 1939. Über die Ursachen des Massenwechsels von *Melolontha melolontha* L. — *Verh. VII. Int. Kongr. Ent. (Berlin, 1938)*, **3**, 2175-2189.
- CHATTON, E. — 1912. Recherches sur l'action pathogène de divers coccobacilles sur le Hanneton, le Ver à soie, la Cochylis et l'Eudemis. — *Ann. Epiphyties*, **1**, 379.
- CHATTON, E. — 1913. Septicémies spontanées à coccobacilles chez les Hannetons et le Ver à Soie. — *C. R. Acad. Sci.*, **156**, 1707.
- DELACROIX, M. G. — 1891. Le Hanneton et sa larve. La moisissure parasite. — *J. agr. prat.*, **2**, 125-129, 163-167, 188-192.
- DELACROIX, M. G. — 1892. Le Hanneton et sa larve. — *Rev. Mycol.*, **44**, 1.
- DELACROIX, M. G. — 1893. *Oospora destructor*, champignon produisant sur les insectes la muscardine verte. — *Bull. Soc. Mycol.*, **9**, 260-268.
- DOMENICHINI, G. et C. VAGO. — 1955. Contributo al problema della limitazione naturale della popolazioni acridiche. — *Boll. Zool. Agr. e Bach.*, **21**, 83-86.
- DUTKY, S. R. — 1940. Two new spore-forming bacteria causing milky diseases of Japanese beetle larvae. — *J. Agric. Res.*, **61**, 57-68.
- DUTKY, S. R. & E. L. GOODEN. — 1950. Blue disease of Japanese beetle larvae. — *Bact. Proc.*, **A**, **17**, 22-23.
- DUTKY, S. R. & E. L. GOLDEN. — 1952. *Coriella popilliae*, n. sp. a rickettsia causing blue disease of Japanese beetle larvae. — *J. Bact., Baltimore*, **63**, 743-750.
- FERRY, R. & M. GIARD. — 1893. De l'*Isaria densa* (LINK.) FRIES (*Botrytis tenella* PRILLIEUX & DELACROIX) et de son emploi à la destruction du Hanneton. — *Bull. Sci. France et Belgique*.
- FRIEDERICH, K. — 1913. *Metarrhizium anisopliae*. — *Tropenpflanzer*, **17**, 660.
- GENTLES, J. C. — 1951. Champignons entomophages. Catalogues des Collections vivantes, Herbiers et Documents. III. La Mycothèque. Premier supplément : Micromycètes. — *Mus. Nat. Hist. Nat.*, 42-45.
- GIARD, A. — 1891. a. L'*Isaria densa* (LINK.) FRIES., champignon parasite de la larve du Hanneton. — *C. R. Acad. Agr.*, 1270.
- GIARD, A. — 1891 b. Sur l'*Isaria densa* LINK., parasite du Ver blanc. — *C. R. Acad. Sci.*, **113**, 269.
- GIARD, A. — 1891 c. Sur une *Isaria* du Ver blanc. — *C. R. Soc. Biol.*, **43**, 236.
- GIARD, A. — 1891 d. Sur la transmission de l'*Isaria* du Ver blanc au Ver à soie. — *C. R. Soc. Biol.*, **43**, 507-508.
- GIARD, A. — 1891 e. Nouvelles recherches sur le champignon parasite du Hanneton *Melolontha vulgaris* L. (*Isaria densa* LINK.). — *C. R. Soc. Biol.*, **43**, 575.
- GIARD, A. — 1892. L'*Isaria densa* (LINK.) FRIES., champignon parasite du Hanneton commun (*Melolontha vulgaris* L.). — *Bull. Sci. France et Belgique*, **24**, 1-112.
- HADLEY, L. H. — 1948. Milky disease for control of Japanese beetle grubs. — *U. S. Depart. of Agric.*, EC-4, 3-6.
- HEIDENREICH, E. — 1939. Untersuchungen an Viruskrankheiten einiger Forstinsekten. « In section on Forstentomologie of Verh. » — *Verh. VII. Int. Kongr. Ent. (Berlin, 1938)*, **3**, 1905-2171.

- HOWARD. — 1902. Experimental work with fungous diseases of grasshoppers. — *U. S. D. A. Yearbook.*, 459-470.
- HUGUES, K. M. — 1957. An annotated list and bibliography of insects reported to have virus diseases. — *Hilgardia*, **26**, 597-629.
- HURPIN, B. — 1955. Développement des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleopt. Scarabaeidae) à différentes températures constantes. — *Ann. Epiphyties*, 529-534.
- HURPIN, B. — 1955. Sur une maladie laiteuse des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleopt. Scarabaeidae). — *C. R. Soc. Biol. Paris.*, **149**, 1966-1967.
- KARPINSKI, J. J. — 1937. Proby Walki Z. chrabaszcaem (*Melolontha* sp.) za pomoca grzyba (*Beauveria densa*). — *Pic. Polnisch. Deutsche Zusammenfassung Roczn. Nauk*, **41**, 383-386.
- KARPINSKI, J. J. — 1950. Control of *Melolontha* beetles by the use of the fungus *B. densa*. — *Pic. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin-Polonia, Sect. E.*, **5**, 29-75.
- KRASSILTSCHICK, I. M. — 1888. La production industrielle des parasites végétaux pour la destruction des insectes nuisibles. — *Bull. Sci. France*, **19**, 461-472.
- KRASSILTSCHICK, I. M. — 1893. La graphitose et la septicémie chez les insectes. — *Mémoires Soc. Zool. France*, **6**, 245.
- KRIEG, A. — 1955. Licht und elektronenmikroskopische untersuchungen zur Pathologie der » Lorsche Erkrankung « von Engerlingen und zur Zytologie des *Rickettsia melolontha* nov. spec. — *Z. Naturforsch.*, **10** b, 34-37.
- KRIEG, A. — 1955. Über Infektionskrankheiten bei Engerlingen von *Melolontha* spec. unter besonderer Berücksichtigung einer Microsporidien-Erkrankung. — *Z. f. Bakter. Paras. Infektionskr. Hyg.*, **108**, 535-538.
- LE MOULT, L. — 1891. Le parasite du Hanneton. — *C. R. Acad. Sci.*, 272.
- LE MOULT, L. — 1922. Le Hanneton et son parasite. — *C. R. Acad. Agr.*, **8**, 596.
- MASERA, E. — 1934. Il « *Bacillus prodigiosus* » FLUGGE nella patologia del baco da seta e degli insetti. — *Boll. Ist. Sieroter. Milanese*, **1**.
- MACLEOD, D. M. — 1954. Investigations on the genera *Beauveria* VUILL. and *Tritirachium* LIMBER. — *Canad. J. Botany*, **32**, 818-890.
- METCHNIKOFF, E. — 1879. Maladies des Hannetons du blé (*Anisoplia austriaca*). — Odessa.
- METCHNIKOFF, E. — 1880. Zur lehre über Insektenkrankheiten. — *Zool. Anz.*, **3**, 44-47.
- MORQUER, R. & FR. NYSTERAKIS. — 1944. Rôle des fusariées entomophytes comme destructeurs d'insectes. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **79**, 281-318.
- NIKLAS, O. F. — 1958. Auftreten und periodik verschiedener krankheiten und Parasiten bei larven des Maikäfers (*Melolontha* spec.). — *Entomophaga*, **3**, 71-87.
- PAILLOT, A. — 1916 a. Existence de plusieurs variétés et races de Coccobacilles dans les Septicémies naturelles du Hanneton. — *C. R. Acad. Sci.*, **163**, 531.
- PAILLOT, A. — 1916 b. Microbes nouveaux parasites du Hanneton. — *C. R. Acad. Sci.*, **163**, 772.
- PAILLOT, A. — 1916 c. Les Coccobacilles du Hanneton, action pathogène sur quelques chenilles de Macrolépidoptères. — *C. R. Soc. Biol.* 1102-3.
- PAILLOT, A. — 1917. Les Coccobacilles du Hanneton, action pathogène sur chenilles de *Vanessa urticae*, L. dispar et sur Ver à soie. — *C. R. Soc. Biol.*, **80**, 56.
- PAILLOT, A. — 1919. Contribution à l'étude des parasites microbiens des insectes. Étude de *Bacillus hoplosternus* (PAILLOT). — *Ann. Inst. Past.*, **33**, 403-419.
- PETCH, T. — 1926. Studies in entomogenous fungi VIII. Notes on *Beauveria*. — *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **10**, 244-271.
- PETCH, T. — 1936. *Cordyceps militaris* and *Isaria farinosa*. — *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **20**, 216-224.
- PICARD, F. — 1913. Les champignons parasites des insectes et leur utilisation agricole. — *Ann. Montpellier Ecole Agr.*, **13**, 121-248.

- PRILLIEUX & DELACROIX. — 1891. Le champignon parasite de la larve du Hanneton. — *C. R. Acad. Sci.*, **112**, 1079.
- PRILLIEUX & DELACROIX. — 1891. Sur la muscardine du Ver blanc. — *C. R. Acad. Sci.*, **113**, 158-160.
- REISET, J. — 1867. Mémoire sur les dommages causés à l'agriculture par le Hanneton et sa larve; mesures à prendre pour la destruction de cet insecte. — *C. R. Acad. Sci.*, **65**, 1125.
- RORER, J. B. — 1910. The green muscardine of Froghoppers. — *Proc. Agr. Soc. Trin.*, **10**, 467-482.
- RORER, J. B. — 1913. The use of the green muscardine in the control of some sugar cane pests. — *Phytopathol.*, **3**, 88-92.
- SARTORY, A. SARTORY, R. & J. MEYER. — 1930. Étude d'une mucidinée nouvelle *Rhizomorpha melolonthae*, isolée du tube digestif du Hanneton commun. — *Ann. Mycol.*, **27**, 24.
- SAUVAGEON, C. — 1894. La destruction des Vers blancs. — *Rev. de Vitic.* I.
- SKAIFE, S. H. — 1921. Notes on some South African Entomophthoraceae. — *Trans. R. Soc. Africa.*, Capetown, **9**, 77-86.
- SNYDER, W. C. & H. N. HANSEN. — 1945. The species concept in *Fusarium* with reference to discolor and other sections. — *Amer. J. Bot.*, **32**, 657-666.
- SOROKIN, N. — 1879. *Z. Kaiserl. Land. Gesell.*, Odessa, 268.
- SPEARE, A. T. — 1912. Entomophthora disease of the sugar cane mealy bug. — *Rept. Exp. St. Hawaiian sugar Planters*, **12**.
- STEINHAUS, E. A. — 1949. Principles of Insect Pathology. — McGraw-Hill Book Comp., Inc., New York.
- TECHOUYERES, E. & PILEMENT. — 1927. L'*Isaria densa* et la lutte contre les Vers blancs. — *C. R. Acad. Agric.*, **13**, 322.
- THEODORIDES, J. — 1955. Contribution à l'étude des parasites et phorétiques de Coléoptères terrestres. — *Thèse Fac. Sci.*, Paris.
- TOUMANOFF, C. — 1928. Au sujet de l'aspergillomycose des abeilles. — *C. R. Acad. Sci.*, **187**, 391-393.
- TOUMANOFF, C. — 1930. Les maladies des abeilles. — Vigot Frères, Paris, p. 267.
- TUBEUF, C. — 1908. Means of combating cockchafers. — *Naturw. Zeitschr. Forst. Land.*, **6**, 73.
- U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — 1949. Controlling the Japanese beetle. *Farmer's Bull.*, 2004, 1, 14.
- VAGO, C. — 1950. Un nouveau type d'épizootie dans les élevages de Vers à soie. — *C. R. Acad. Agric.*, **36**, 530.
- VAGO, C. — 1956. L'enchaînement des maladies chez les insectes. — *Ed. Spec. Com. Seric. Internat.*
- VINCENS, F. — 1915. Deux champignons entomophytes sur Lépidoptères, récoltés au nord du Brésil. — *Bull. Soc. Mycol. Fr.*, **31**, 25-28.
- VIVIEN, A. — 1906. The destruction of *Melolontha vulgaris*. — *Atti 6^e Congr. Int. Chim. Appl.*, **4**, 342.
- WALLENGREN, H. & R. JOHANSSON. — 1929. On the infection of *Pyrausta nubilalis* H. B. by *Metarrhizium anisopliae* (METCH). — *Intern. Corn Borer Invest. Sci. Repts.*, **2**, 131-145.
- WATSON, J. R. — 1913. The "natural mortality" of the whitefly. — *Florida Agr. Expt. Sta. Ann. Rept.*, 54-59.
- WIKEN, T., P. BOVEY, H. WILLE & TH. WILDBOLZ. — 1954. Über die Ergebnisse der in der Schweiz im Jahre 1953 durchgeführten Freilandversuche zur microbiologischen Bekämpfung des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. — *Z. f. angew. Ent.*, **36**, 1-19.

- WIKEN, T. & H. WILLE. — 1953. Über den Wuchsstoffbedarf eines sporenbilden für den Engerling von *Melolontha vulgaris* FABR. pathogenen Bakteriums. — *Zbl. Bakt. II*, **107**, 259.
- WILLE, H. & M. E. MARTIGNONI. — 1952. Vorläufige Mitteilung über einen neuen Krankheitstypus beim Engerling von *Melolontha vulgaris* F. — *Schweiz. Z. allgem. Pathol. u. Bakteriolog.*, **15**, 470-473.
- WILLE, H. — 1956. *Bacillus fribourgensis* n. sp., Erreger einer "milky disease" im Engerling von *Melolontha melolontha* L. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **24**, 271-282.

*Laboratoire de Biocœnotique
et de Lutte biologique (I.N.R.A.,
La Minière, et Laboratoire de Cytopathologie, Alès).*

SUR LA NOMENCLATURE DES VIRUS D'INSECTES

PAR

C. VAGO

Depuis une trentaine d'années, nos connaissances sur les maladies à virus des insectes ont considérablement augmenté aussi bien au point de vue pathogénèse que morphologie submicroscopique et biochimie.

Il a été ainsi possible d'envisager la dénomination et le classement des virus.

Dès 1926, PAILLOT a désigné le virus de la polyédrie du ver à soie comme *Borrelina bombycis* et plus tard plusieurs travaux ont envisagé des dénominations d'autres virus et même leur classement. HOLMES (1948) a inclus les virus d'insectes dans un système Linnéen. De tels principes ont été employés par STEINHAUS (1949, 1953) et BERGOLD (1953 a) avec certains changements ou propositions de changements partiels : BERGOLD (1953 b). Un système similaire, mais avec des noms différents, a été proposé à la même époque par ZHDANOV (1953).

Entre temps, en virologie générale, on s'est rendu compte du manque d'homogénéité de dénominations et au Congrès de Microbiologie de Rome (1953) le remplacement du système Linnéen par des noms de groupes et l'ajout du suffixe virus à ceux-ci a été proposé (ANDREWES, 1954, 1955). Dans ce cadre, de nouvelles dénominations ont été soumises même pour les virus d'insectes (*Polyhedrovirus*, *Globovirus*, etc.).

En ce qui concerne le cas particulier de ces derniers virus, il nous semble nécessaire de prendre en considération les raisons pour lesquelles le système Linnéen n'a pas été appliqué aux autres types.

Cependant, ici, nous possédons déjà à l'heure actuelle certains éléments de classement, reposant sur des caractéristiques assez nettement mises en évidence, en vue de la constitution de groupes qui pourraient être facilement assimilés à un classement Linnéen.

C'est pour ces raisons que nous proposons un système de classement intermédiaire entre le système Linnéen déjà établi pour les virus

d'insectes et celui proposé d'une façon générale pour les virus, au Congrès de Rome.

Les noms génériques anciens et bien établis seraient conservés avec addition de virus suffixe.

Les noms spécifiques seraient maintenus invariablement et pourraient être créés pour les nouvelles unités.

Les noms d'auteurs ne figureraient pas pour le moment.

Ainsi, les groupes actuels de virus d'insectes se nommeraient *Borrelinavirus*, *Smithiavirus*, *Bergoldiavirus* et *Moratorvirus*. Un exemple de nom spécifique serait *Borrelinavirus bombycis*.

Ce système de classement que nous considérons comme un compromis permettant l'évolution vers un système Linnéen a été communiqué et proposé en 1955 au Comité international de nomenclature des virus. Il a été accepté par le groupe de spécialistes de virus d'insectes et repris ensuite par le Comité des virus (ANDREWES, 1955).

SUMMARY

Considering the recent advances in the field of virus systematique a nomenclature system concerning the insect viruses is described.

As these viruses have a particular position, principle of compromise allowing an evolution towards a Linnean system is proposed. The former generic names would have to be kept in adding the suffix : „ virus ". The specific names would be also kept but not the author names.

This system has been agreed by the group of specialists of insect viruses and then it was taken up again in 1955 by the International committee of nomenclature of viruses.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWES (C. H.). — 1954. Nomenclature of viruses. *Nature*, **173**, 620.
 ANDREWES (C. H.). — 1955. The classification of viruses. *J. Gen. Microbiol.*, **12**, 358.
 BERGOLD (G. H.). — 1953 a. On the nomenclature and classification of insect viruses. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **56**, 495.
 BERGOLD (G. H.). — 1953 b. Insect viruses. *Advances in virus research*, **1**, 91.
 HOLMES (F. O.). — 1948. Borrelinaceae. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, Williams et Wilkins, Baltimore, 6^e éd., 1225.
 PAILLOT (A.). — 1926. Sur une nouvelle maladie du noyau ou grasserie des chenilles de *P. brassicae* et un nouveau groupe de micro-organismes parasites. *C. R. Acad. Sci.*, **182**, 180.
 STEINHAUS (E. A.). — 1949. Nomenclature and classification of insect viruses. *Bact. Rev.*, **13**, 203.
 STEINHAUS (E. A.). — 1953. Taxonomy of Insect viruses. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **56**, 517.
 ZHDANOV (V. M.). — 1953. Opredelitel' virusov tseljeloveka i zhivotnych. Moskwa, 340.

(Institut national de la Recherche agronomique,
 Laboratoire de Cytopathologie, Alès.)

DOCUMENTATION

BIBLIOGRAPHIE ÜBER BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LA LUTTE BIOLOGIQUE BIBLIOGRAPHY OF BIOLOGICAL CONTROL

III

(zusammengestellt von J. FRANZ)

Im Rahmen der Arbeiten der Internationalen Kommission für Biologische Bekämpfung (C.I.L.B.) wird hier die dritte Liste der Publikationen veröffentlicht, die sich mit den Grundlagen und der Anwendung von Methoden der biologischen Bekämpfung von Arthropoden und Unkräutern befassen. Diese Serie versucht, alle seit 1955 erschienenen Arbeiten zu erfassen. (Teil I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956 ; Teil II : *ibid.*, 2 (4), 293-311, 1957).

Die hier vorgenommene Gruppierung der Arbeiten bedarf einiger Erläuterungen :

1. **Allgemeine Arbeiten über das Gesamtgebiet.**
2. **Grundlagenarbeiten über die Verwendung entomophager Arthropoden ;** Listen natürlicher Feinde und biologisch-ökologische Arbeiten sind nur dann berücksichtigt worden, wenn sie sich auf Schädlinge beziehen, wenn sie die Serie oder die Wirkung der Feinde ausführlich behandeln und wenn die Untersuchung als Grundlage für praktische Arbeiten angesehen werden kann.
3. **Zur Anwendung biologischer Bekämpfung mittels entomophager Arthropoden** wird auch die Erfolgskontrolle nach der Anwendung oder Einfuhr gerechnet.
4. **Grundlagenarbeiten über die Verwendung von Mikroorganismen** soll die gesamte Literatur über Insektenpathologie erfassen, allerdings ohne Bienenkrankheiten und ohne bei den Krankheiten der Seidenraupen Vollständigkeit anzustreben.

5. **Anwendung der biologischen Bekämpfung mittels Mikroorganismen :**
Nicht berücksichtigt werden hier im allgemeinen Arbeiten zur Nutzung chemischer Stoffe aus Mikroorganismen (Antibiotica) und antagonistische Wirkung von Mikroorganismen im Boden.
6. **Vermischte Arbeiten über verschiedene Arthropodenfeinde** musste unterteilt werden in :
 - 6 a. *Wirbeltiere ;*
 - 6 b. *Wirbellose ausser Arthropoden ;*
 - 6 c. *Gemeinsame Wirkung von Mikro- und Makroorganismen* (z. B. Viren und entomophage Insekten).
7. **Biologische Bekämpfung von Unkräutern.**
Folgende neue Gruppe wurde notwendig, entsprechend der jetzigen Entwicklung der biologischen Bekämpfung :
8. **Kombination biologischer und chemischer Verfahren gegen Arthropoden** (bisher bei 3 oder 5). Hier werden die Arbeiten registriert, die über Methoden zur Schonung und Förderung nützlicher Arthropoden bei der Anwendung von Pestiziden berichten, und ausserdem die Untersuchungen zur kombinierten Wirkung und/ oder Verwendung von Mikroorganismen und Pestiziden.

Die vermehrte Aufnahme russischer Arbeiten danke ich dem Interesse und der Mitarbeit der Kollegen aus der UdSSR. Die nie ganz befriedigende Schreibweise russischer Autoren ohne kyrillische Buchstaben richtet sich, wenn möglich, nach den in deutschen Bibliotheken seit 1908 eingeführten Transliterations-Regeln. — Es hat sich als zweckmässig herausgestellt, auch die in » Entomophaga « erschienenen Arbeiten mit in diese Zusammenstellung aufzunehmen. Die Verwendung der Originaltitel bleibt, der Gepflogenheit dieser Zeitschrift entsprechend, auf Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch beschränkt ; anderssprachige Titel werden so gebracht, wie sie die Autoren in ihren Zusammenfassungen oder die Referatenzeitschriften übersetzten.

Weitere Verbesserungen dieser Literaturübersicht, die zwar ständig umfangreicher, aber sicher nie vollständig wird, lassen sich durch die Mitarbeit aller auf diesem Spezialgebiet tätigen Kollegen erreichen, vor allem durch kritische Hinweise und durch Übersendung von Separaten (*).

* * *

Herewith, the third list of references is published as part of the work of the C.I.L.B. dealing with fundamentals and application of biological control methods against arthropods and weeds. This series

(*) Adresse des Verfassers : Dr. J. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61.

attempts to comprise all publications issued in and after 1955 (Part I : *Entomophaga* 1, 107-112, 1956 ; Part II : *ibid.* 2 (4), 293-311, 1957).

The following remarks serve to explain the grouping of references :

1. **General papers.**
2. **Fundamental research on the utilisation of entomophagous arthropods** ; lists of natural enemies and biological-ecological papers are included only if they refer to pests, if they treat the series or the value of natural enemies particularly and if the study might be considered as preparation for practical work.
3. **The application of biological control by means of entomophagous arthropods** includes also checking the efficiency of those arthropods after application or introduction.
4. The group : **Fundamental research on the utilisation of microorganisms** is aiming at completeness in the field of insect pathology excluding, however, bee diseases and (partly) diseases of silkworms.
5. **Application of biological control by means of microorganisms** : Papers dealing with the utilisation of chemicals extracted from organisms (like antibiotica) are excluded generally as well as studies on the antagonistic effect of microorganisms in the soil.
6. **Various papers on different enemies of arthropods** ; this group had to be subdivided into :
 - 6 a. *Vertebrates* ;
 - 6 b. *Avertebrates* except arthropods ;
 - 6 c. *Joint effect of micro- and macroorganisms* (e.g. viruses and entomophagous insects).
7. **Biological control of weeds.**

The following new group was set up in correspondance with the recent trend in biological control :

8. **Integration of biological and chemical methods against arthropods** (formerly in 3 or 5). Such papers are listed here which either report on methods for the reduction of the detrimental effect of pesticides on beneficial arthropods or deal with the combined action and/or application of microorganisms with pesticides.

The increase of references of Russian papers is owing to the interest and co-operation of colleagues from the UdSSR. The never fully satisfying transliteration of Russian author names without using Cyrillic letters is as often as possible prepared in accordance with the rules for transliteration as approved by German libraries since 1908. It proved to be practical to include in this list also papers published in „*Entomophaga*”. Original titles are used, as customary in this journal, if they are in English, French, German, Italian, and Spanish ; other languages are quoted either as in the author's summary or, if this is lacking, as translated by reviews.

Further improvement of this bibliography which is permanently increasing but probably never complete will be achieved through the co-operation of all colleagues working in this special field, particularly by constructive criticism and sending of reprints (*).

* * *

Dans le cadre des travaux de la Commission Internationale de Lutte Biologique (C.I.L.B.), la troisième liste de publications concernant les bases et les applications des méthodes de lutte biologique contre les insectes et autres arthropodes et les mauvaises herbes est présentée ici. Cette série tente de rassembler tous les articles parus depuis 1955. (Partie I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956 ; Partie II : *ibid.*, 2 (4), 293-311, 1957).

Les différents chapitres adoptés ici pour regrouper les différents travaux nécessitent quelques explications :

1. **Travaux généraux sur l'ensemble du sujet.**
2. **Recherches de base sur l'utilisation des entomophages ;** les listes d'ennemis naturels et les travaux biologiques et écologiques sont seulement pris en considération lorsqu'ils se rapportent à des insectes nuisibles (ou mauvaises herbes), lorsqu'ils traitent en détail l'ensemble ou l'action des ennemis naturels (parasites ou prédateurs) et lorsque l'étude peut être considérée comme une préparation pour des applications pratiques.
3. Dans les **Applications de la lutte biologique par les entomophages**, sont compris également les contrôles d'efficacité après les applications ou les introductions.
4. Le chapitre **Recherches de base sur l'utilisation des micro-organismes** doit comporter l'ensemble de la littérature sur la pathologie des insectes à l'exclusion des maladies des Abeilles et (en partie) des maladies du ver à soie.
5. **Applications de la lutte biologique par les micro-organismes :** les travaux généraux sur l'utilisation de substances chimiques provenant de micro-organismes (antibiotiques) et sur les actions antagonistes de micro-organismes dans le sol ne sont pas envisagés ici.
6. Le chapitre **Travaux variés sur divers ennemis des Arthropodes** doit être subdivisé en :
 - 6 a. *Vertébrés ;*
 - 6 b. *Invertébrés sauf les Arthropodes ;*
 - 6 c. *Action conjuguée des micro- et macro-organismes (par exemple virus et insectes entomophages).*

(*) Address of the author : Dr. J. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Kranichsteiner Str. 61, Darmstadt (Germany).

7. Lutte biologique contre les mauvaises herbes.

Le nouveau chapitre suivant est devenu nécessaire en raison du développement actuel de la lutte biologique :

8. Combinaison des procédés de lutte biologique et chimique contre les Arthropodes (inclus jusque-là dans les chapitres 3 ou 5) ; ici seront enregistrés d'une part les travaux se rapportant aux méthodes d'application des insecticides qui permettent la protection et la multiplication des Arthropodes utiles et d'autre part les recherches sur l'action et (ou) l'emploi combinés des micro-organismes et des insecticides.

L'accroissement des références des travaux russes est dû à l'intérêt et à la coopération de nos collègues d'U.R.S.S. En l'absence des caractères cyrilliques, l'orthographe des noms d'auteurs russes n'est pas entièrement satisfaisante ; celle-ci a été choisie quand ce fut possible en accord avec les règles de transcription en usage dans les bibliothèques allemandes depuis 1908. Il a paru utile d'inclure également dans ces listes bibliographiques les travaux qui sont publiés dans « Entomophaga ». Les titres originaux sont utilisés, conformément à ce qui est en usage dans ce périodique (s'ils sont en allemand, anglais, espagnol, français et italien) ; les titres rédigés en une langue différente seront publiés ici dans la langue adoptée par les auteurs dans leur résumé ou, à défaut, dans la traduction présentée dans les périodiques de bibliographie.

Cette documentation bibliographique s'amplifie sans cesse mais elle ne sera probablement jamais complètement achevée ; des améliorations sensibles peuvent être obtenues par la collaboration de tous les collègues travaillant sur ces sujets particuliers, par leurs critiques constructives et par l'envoi de leurs tirés à part (*).

* * *

1. ALLGEMEINE ARBEITEN ÜBER DAS GESAMTGEBIET.

1. TRAVAUX GÉNÉRAUX.

1. GENERAL PAPERS.

BALACHOWSKY, A. S. — 1956. La Commission Internationale de Lutte Biologique contre les ennemis des cultures (C.I.L.B.). — *Entomophaga*, **1**, 5-13.

BALCH, R. E. — 1958. Control of forest insects. — *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 449-468.

BARTLETT, B. R. — 1957. Where are we going in biological control ? — *Calif. Citrog.*, **42** (10), 339, 360-361.

(*) Adresse de l'auteur : Dr. J. FRANZ, Institut für Biologisches Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61 (Allemagne).

- BEI-BIENKO, G. J. — 1957. Die Bedeutung der Systematik und Faunistik für die Entwicklung der biologischen Methode der Schädlingsbekämpfung. — In : *Ber. Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst., All-Unions Entom. Ges.* — Leningrad-Moskau.
- BRANDT, H. — 1958. Biologische Schädlingsbekämpfung und landbauliche Praxis. — *Pflanzenschutz*, München, **10**, 65-67.
- CHANT, D. A. — 1956. Biological control. In : II. Symposium. Some highlights at the Xth Int. Congr. Entomology. — *Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario*, **87**, 54-58.
- CLAUSEN, C. P. & S. E. FLANDERS. — 1958. Harry Scott Smith 1883-1957. — *J. econ. Ent.*, **51**, 266-267.
- DECKER, W. — 1958. Biologische oder chemische Schädlingsbekämpfung im Gemüsebau. — *Siedlung u. Eigenheim*, **4**, 102.
- DRESNER, E. — 1958. Biological control agents and toxicant producing plants introduced into Indonesia. — *J. econ. Ent.*, **51**, 390-391.
- FERRIÈRE, CH. — 1957. Réflexions sur la lutte biologique. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 113-118.
- FRANZ, J. — 1957. Die biologische Schädlingsbekämpfung in Kanada. — Eindrücke von einer Studienreise. — *Pflanzenschutzberichte*, Wien, **19**, 53-62.
- 1957. Biologische Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus. — *Gartenwelt*, **57**, 335-336.
- 1958. Biologischer Pflanzenschutz in der Kulturlandschaft. — *Natur u. Landschaft*, **33**, 66-69.
- 1958. Generalversammlung der Internationalen Kommission für Biologische Schädlingsbekämpfung (C.I.L.B.) 26-28. Februar 1958, Paris. — *Nachr. bl. dtsh. Pfl.schutzd.*, Braunschweig, **10**, 127.
- GROMADSKA, M. — 1957. Biologische Methoden der Schädlingsbekämpfung. — *Polskie Pismo Entomol.*, Ser. B., **1**, 39-51 (Orig. polnisch).
- GUNTEN, K. von. — 1957. Eine neue Methode zur biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Die Grüne*, Zürich, **85**, 457-463.
- HINTON, H. E. — 1957. Biological control of pests. Some considerations. — *Sci. Progr.*, nr. 177, 11-26.
- JACHONTOV, V. V. — 1957. New developments in the biological method. — *Zashch. Rast. ot Vred. i Bolezni*, **2** (3), 32-33 (Orig. russisch).
- LUŽETZKY, A. N. — 1956. On the history of biological control of agricultural pests in Uzbekistan. — *Trudy Inst. Zool. i Zool. parasitol. Akad. Nauk Uzb. SSR.*, **6**, 77-94 (Orig. russisch).
- MILNE, A. — 1957. The natural control of insect populations. — *Canad. Entomologist*, **89**, 193-213.
- 1957. Theories of natural control of insect populations. — *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biol.*, **22**, 253-271.
- MURILLO, L. M. — 1957. 30 año de sanidad vegetal. Historia de una vida. — *Rev. Acad. Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **10**, 5-22.
- NAGY, B. — 1957. Die Bedeutung der biologischen Betrachtungsweise in der Schädlingsbekämpfung. — *Növényvéd. idész. kérd. Budapest*, (2), 1-10 (Orig. ungarisch).
- NARAYANAN, E. S. — 1957. The phenomena of insect parasitism and their practical utilisation in the biological control of insect pests. — *Proc. 44th Ind. Sc. Congr.*, (2), 1-23.
- 1957. The phenomena of insect parasitism and their practical utilisation in the biological control of insect pests. — *Science and Culture*, **22**, 595-602, 652-658.
- NICHOLSON, A. J. — 1958. Dynamics of insect populations. — *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 107-136.
- NOVÁK, I. — 1958. In Zusammenarbeit mit natürlichen Feinden gegen Schädlinge. — *Za social. zemědělství*, **8**, 330-333 (Orig. tschechisch).
- RUBCOV, I. A. — 1957. Biologische Methoden der Bekämpfung von Pflanzenschädlingen. — *Vestn. Akad. Nauk SSSR*, **27**, 106-108 (Orig. russisch).
- 1957. État et problèmes de l'étude et l'utilisation en U.R.S.S. des entomo-

- phages dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles. — *Entomophaga*, **2**, 125-128.
- 1957. The matter of the biological method. — *Zashch. Rast. ot Vred. i Boleznei*, **2** (3), 23-26 (Orig. russisch).
- 1957. Die biologische Methode der Schädlingsbekämpfung. — *Priroda*, **9**, 23-30 (Orig. russisch).
- SANDNER, H. — 1956. Die aktuellen Möglichkeiten der Anwendung der biologischen Methoden im Kampf mit den Schädlingen in Polen. — *Postepy Nauk Rolniczych*, **3**, nr. 4 (40), 119-124 (Orig. polnisch).
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1956. Some practical advances in biological control of pests. — *Bull. scientif. techn. inform. All-Union Plant Prot. Inst. Leningrad USSR*, No 1, 50-51 (Orig. russisch).
- SOLOMON, M. E. — 1958. Meaning of density-dependence and related terms in population dynamics. — *Nature*, **181**, 1778-1780.
- STEINER, H. — 1958. Schädlinge bekämpfen und Nützlinge schonen! — *Der Obstbau*, **77**, 79-80.
- STROHMEYER, G. — 1958. Biologischer Forstschutz gegen Schadinsekten. — *Allg. Forstztzshr.*, **13**, 442.
- TELENGA, N. A. — 1955. Biologische Methode zur Bekämpfung schädlicher Insekten in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen. — *Isdastelstwo akademii nauk Ukrainskoi SSR*, Kiew, 1-87 (Orig. russisch).
- 1958. Die biologische Methode der Schädlingsbekämpfung landwirtschaftlicher Kulturen und Forstanpflanzungen in der UdSSR. — 9. *Int. Konf. Quarantäne u. Pflanzenschutz v. Schädlingen u. Krankheiten*, Aug. 1958, 15 pp., Moskau (Orig. russisch).
- 1958. Neue aktuelle Probleme biologischer Bekämpfungsmethoden gegen Schädlinge landwirtschaftlicher Kulturen und Forstpflanzungen. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew* ¹), 45-48 (Orig. russisch).
2. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN.
2. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES.
2. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS.
- ASSEM, J. VAN DEN. — 1958. Some experimental evidence for the survival value of the rootpiercing habits of *Mansonella* larvae (*Culicidae*) to predators. — *Ent. exp. appl.*, Amsterdam, **1**, 125-129.
- AUERSCH, O. — 1957. Nützliche Raubinsekten. — *Urania*, **20** (5), 193-197.
- AYRE, G. L. — 1957. Ecological notes on *Formica subnitens* CREIGHTON (*Hymenoptera: Formicidae*) (I). — *Insectes Sociaux*, **4**, 173-176.
- BACHMAIER, F. — 1958. Beitrag zur Terminologie der Lebensweise der entomophagen Parasiten-Larven. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **3**, 1-8.
- BALTENSWEILER, W. & J. P. MOREAU. — 1957. Ein Beitrag biologisch-systematischer Art zur Kenntnis der Gattung *Phytodietus* (*Hymenoptera*). — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 272-276.
- BARTLETT, B. R. — 1957. Biotic factors in natural control of citrus mealybugs in California. — *J. econ. Ent.*, **50**, 753-755.
- BEDFORD, E. C. G. — 1956. The automatic collection of mass-reared parasites into consignment boxes, using two light sources. — *J. ent. Soc. S. Afr.*, **19**, 342-353.
- BEGLJAROV, G. A. — 1958. Biologie und Bedeutung räuberischer Milben (*Phytoseiidae*) in der Regulierung der Population von *Tetranychus* in Obstgärten. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew* ¹), 5-7 (Orig. russisch).

- BEINGOLEA, G. O. — 1957. Notes on a Chamaemyiid (Diptera) predator of the eggs of *Orthezia insignis* DOUGLAS (Homoptera) in Peru. — *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, **52**, 118-121.
- BENASSY, C. — 1958. Influence de l'hôte dans la croissance endoparasitaire de quelques Hyménoptères Chalcidiens, parasites de Cochenilles Diaspines. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **246**, 179-181.
- 1958. *Prospaltella berlesii* HOW. (Hym. Aphelinidae) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (Hom. Diaspidinae). — *Entomophaga*, **3**, 67-70.
- 1958. Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. dans le midi méditerranéen (Hom. Diaspidinae). — *Entomophaga*, **3**, 93-108.
- BERG, W. — 1957. Dermestiden-Larven als Feinde von *Apanteles glomeratus* (L.) REINH. — *Anz. Schäd.kunde*, **30**, 125.
- BILIOTTI, E. — 1958. Vie endoparasitaire et diapause chez le Diptère entomophage *Carcelia processionae* RATZ. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **246**, 181-183.
- 1958. Les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (Lepidoptera). — *Entomophaga*, **3**, 23-37.
- BLUNCK, H. — 1957. *Pieris rapae* (L.), its parasites and predators in Canada and the United States. — *J. econ. Ent.*, **50**, 835-836.
- BOGAVAČ, M. — 1956. *Hyposoter fugitivus fugitivus* SAY, a primary parasite of the fall webworm. — *Plant Protection*, **37**, 29-47 (Orig. jugoslawisch).
- BOGDANOVA, N. L. — 1957. The influence of *Hyperaspis* to population dynamic of *Pulvinaria floccifera* and its use in tea plantations of Krasnodar region. — *3. Conf. All-Union Entom. Soc. II* — *Tbilissi*, 19-22 (Orig. russisch).
- BOGNÁR, M. — 1957. Notes on *Pristocera depressa* FABR. (Hym. Bethyridae), a new parasite of the wireworm. — *Act. Agronomica Acad. Sci. Hung.*, **7**, 231-241 (Orig. ungarisch).
- BOMBOSCH, S. — 1957. Erfahrungen über Laboratoriumszuchten aphidivorer Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). — *Ber. 8. Wandervers. Dtsch. Entom.*, 31. Mai — 4. Juni (München), 160-163.
- BRONSKILL, J. F. & H. L. HOUSE. — 1957. Notes on rearing a pupal endoparasite, *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), on unnatural food. — *Canad. Entomologist*, **89**, 483.
- BRUNSON, M. H. — 1957. Notes on parasites of Oriental fruit moth cocoons. — *J. econ. Ent.*, **50**, 374.
- BURNETT, T. — 1958. Effect of host distribution on the reproduction of *Encarsia formosa* GAHAN (Hymenoptera: Chalcidoidea). — *Canad. Entomologist*, **90**, 179-191.
- 1958. Effect of area of search on reproduction of *Encarsia formosa* GAHAN (Hymenoptera: Chalcidoidea). — *Canad. Entomologist*, **90**, 225-229.
- 1958. Dispersal of an insect parasite over a small plot. — *Canad. Entomologist*, **90**, 279-283.
- CALTAGIRONE, L. — 1957. Insectos entomofagos y sus huéspedes anotados para Chile. — *Agricultura Técnica* (Chile), **17**, 16-48.
- ČAPEK, M. — 1957. Beitrag zur Kenntnis der Entomophagen von *Pityokteines vorontzovi* JAC. und anderen Tannenborkenkäfern. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 277-284.
- ČAPEK, M. & H. ZWÖLFER. — 1957. *Apanteles murinanae* nov. spec. (Braconidae, Hym.) ein neuer Parasit des Tannentriebwicklers. — *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **30**, 119-126.
- CLAUSEN, C. P. — 1956. The reproductive rate of entomophagous insects in relation to that of their hosts. — *Ent. Soc. Amer.*, **B**, 2, (3) 18.
- COLLYER, E. — 1958. Some insectary experiments with predacious mites to determine their effect on the development of *Metatetranychus ulmi* (KOCH) populations. — *Ent. exp. appl.*, Amsterdam, **1**, 138-146.
- COPPEL, H. C. & B. C. SMITH. — 1957. Studies on dipterous parasites of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.) (Lepidoptera: Tortricidae). V. *Omotoma fumiferanae* (TOT.) (Diptera: Tachinidae). — *Canad. J. Zool.*, **35**, 581-592.

- ČUMAKOVA, B. M. — 1957. *Comperiella bifasciata* now. (Hymenoptera, Encyrtidae) a parasite of scale insects in USSR. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **36**, 643-651 (Orig. russisch).
- 1958. Faktoren, die die Wirksamkeit der Parasiten von *Diaspidiotus perniciosus* comst. bedingen. — In: *Biol. Meth. Schädlingbek. Kischinew*¹⁾, 50-52 (Orig. russisch).
- DE BACH, P. & CH. E. KENNETH. — 1958. Species of *Thysanus* as primary parasites. — *J. econ. Ent.*, **51**, 114-115.
- DELUCCHI, V., H. PSCHORN-WALCHER & H. ZWÖLFER. — 1957. *Cnemodon*-Arten (Syrphidae) als Räuber von *Dreyfusia piceae* RATZ. (Adelgidae). II. Morphologie und Biologie von *Cnemodon dreyfusiae* DEL. & P.-W., nebst Beobachtungen über *C. latitarsis* EGGER. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 246-259.
- DOESBURG, P. H. VAN. — 1956. Observations on the host-parasite relations of *Bupalus* (Lep. Geometridae) and *Carcelia* (Dipt. Tachinidae). — *Ent. Ber.*, Amsterdam, **16**, 173-175 (Orig. holländisch).
- DUMENICHINI, G. — 1956. Contributo alla conoscenza dei parassiti e iperparassiti dei Coleoptera Coccinellidae. — *Boll. Zool. Agr. Bach.*, Milano, **22**, 215-246.
- DONALD, R. G. — 1956. The natural enemies of some *Pseudococcidae* in the Gold Coast. — *J. W. Afr. Sci. Ass.*, **2**, 48-60.
- DOSSE, G. — 1955. Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumeris* OUD. (Acar., Phytoseiidae). — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **62**, 593-598.
- 1957. Über die natürlichen Feinde der « Roten Spinne ». — *Rhein. Monatsschr. f. Gemüse-, Obst- u. Gartenbau*, **45**, 260-261.
- 1957. Morphologie und Biologie von *Typhlodromus zwölferi* n. sp. (Acar., Phytoseiidae). — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 301-311.
- 1958. Über einige neue Raubmilbenarten (Acar. Phytoseiidae). — *Pflanzen-schutzberichte*, Wien, **21**, 44-61.
- DOUTT, R. L. — 1957. Biology of *Solenotus begini* (ASHMEAD). — *J. econ. Ent.*, **50**, 373-374.
- DROOZ, A. T. & D. M. BENJAMIN. — 1956. Parasites from two Jack-pine budworm outbreaks on the Upper Peninsula of Michigan. — *J. econ. Ent.*, **49**, 412-413.
- DUPUIS, C. — 1957. Développement expérimental de larvæ de Phasiinae (Diptera, Larvaevoridae) chez un hôte non spécifique. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **245**, 1579-1580.
- EISENSCHMIDT, H. — 1958. Ein starkes Auftreten der Buckelfliege *Megaselia rufipes* MEIGEN (Diptera, Phoridae) als Parasit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) im Jahre 1956. — *Ztschr. angew. Zool.*, **45**, 11-19.
- FANKHÄNEL, H. — 1957. Der Goldäfter (*Euproctis chrysorrhoea* L.) als Eichenschädling im Elbaugebiet und die Bedeutung seiner Parasiten. — *Ber. 8. Wandervers. Deutsch. Entom.*, 31. Mai — 4. Juni (München), 105-119.
- FÉRON, M., P. DELANQUE & F. SORIA. — 1958. L'élevage massif artificiel de *Ceratitis capitata* WIED. — *Entomophaga*, **3**, 45-53.
- FINLAYSON, L. R. & TH. FINLAYSON. — 1957. Influence of adult food on viability of early stages of *Aptesis basizonæ* (GRAV.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasite of pine sawflies (Diprionidae). — *Canad. Entomologist*, **89**, 507-509.
- FRANZ, J. — 1955. Tannenstammläuse (*Adelges piceae* RATZ.) unter einer Pilzdecke von *Cucurbitaria pithyophila* (KZE. et SCHM.) DE NOT., nebst Beobachtungen an *Aphidoletes thompsoni* MÖHN (Dipt., Itonididae) und *Rabocerus mutilatus* BECK (Col., Pythidae) als Tannenlausfeinde. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **62**, 49-61.
- 1957. Beobachtungen über die natürliche Sterblichkeit des Kartoffelkäfers *Leptinotarsa decemlineata* (SAY) in Kanada. (Vorläufige Mitteilung). — *Entomophaga*, **2**, 197-212.
- 1958. Studies on *Laricobius erichsonii* ROSENH. (Coleoptera: Derodontidae) a predator of chermesids. — *Entomophaga*, **3**, 109-196.
- FREDIANI, D. — 1956. Notizie sulla *Stilpnolia salicis* L. ed alcuni suoi parassiti ed iperparassiti nella Toscana litoranea. — *Ann. Fac. Agr. Pisa (N.S.)*, **16**, (1955), 47-53.

- FRITZSCHE, R. — 1956. Beeinflussung der Populationsdichte verschiedener *Meligethes*-Arten von gleichen Wirtspflanzen durch Parasiten. — *Ber. Hundertjahrfeier Deutsch. Ent. Ges.*, Berlin, 30. Sept.-5. Okt., 141-145.
- FUKUDA, H. — 1955. Biological study on *Anthribus niveovariegatus* ROELOFS, a predator of the Chinese wax scale, *Ericus pela* CHAVANNES (*Anthribidae*, *Coleoptera*). I. Its annual life-cycle and oviposition. — *Science Bull. Facult. Agric., Kyushu Univ.*, **15**, (1) 15-23.
- 1955. Biological study on *Anthribus niveovariegatus* ROELOFS a predator of the Chinese wax scale, *Ericus pela* CHAVANNES (*Anthribidae*, *Coleoptera*). II. Its development, dormancy and the effect of host volume upon the size of this species. — *Sci. Bull. Facult. Agric., Kyushu Univ.*, **15**, 195-204.
- FULMEK, L. — 1957. Insekten als Blattlausfeinde. Kritisch-statistische Sichtung. — *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **61**, 110-227.
- GAPRINDASVILI, N. K. — 1957. Results of the studies to possibilities of increasing of *Lindorus* cold resistance. — 3. *Conf. All-Union Entom. Soc. II - Tbilissi*, 25-27 (Orig. russisch).
- GEIER, P. — 1957. Observations sur les parasites du Carpocapse (*Cydia pomonella* L.) près de Genève. — *Rev. suisse Zool.*, **64**, 497-525.
- GEORGE, K. S. — 1957. Preliminary investigations on the biology and ecology of the parasites and predators of *Brevicoryne brassicae* (L.). — *Bull. ent. Res.*, **48**, 619-629.
- GIRFANOVA, L. N. — 1957. Dipterous entomophaga and its importance to reduce gipsy moths populations in Bashkiria. — *Izv. Fil. Akad. Nauk SSSR*, No. 9, 192-209 (Orig. russisch).
- GOIDANICH, A. — 1956. Sui concetti contrapposti di plesiotropismo e di interattrazione specifica nelle associazioni omogenee di alcuni imenotteri (*Hym.*, *Chalcid.* et *Tenthred.*). — *Memorie della Società Entomologica Italiana*, **35**, 183-206.
- GREATHEAD, D. J. — 1958. Observations on two species of *Systoechus* (*Diptera*: *Bombyliidae*) preying on the desert locust, *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL), in eastern Africa. — *Entomophaga*, **3**, 3-22.
- GRISON, P. — 1955. Régression brusque de *Lymantria dispar* L. par l'action prédatrice de *Calosoma sycophanta* L. dans les suberaies corses. — *Rev. Zool. agric.*, **54**, 51-56.
- GRISON, P. & E. BILIOTTI. — 1956. Le rôle des « stations refuges » dans la conservation et la dispersion des insectes phytophages et entomophages. — *Int. Union Prot. Nat. Proc. & Papers Tech. Mtg.*, **5**, 137-144.
- HAFEZ, M. M. — 1956. Résistance biotique contre les insectes nuisibles. — *Agr. Res. Rev.* **34** (4), 468.
- HAMMOND, H. E. & K. G. V. SMITH. — 1957. On some parasitic *Diptera* and *Hymenoptera* bred from lepidopterous hosts. III. Records of *Tachinidae* (*Dipt.*), *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Encyrtidae*, *Pteromalidae*, *Eulophidae* and *Scelio-nidae* (*Hym.*). — *Ent. Gaz.*, **8** (3), 181-189.
- HERTING, B. — 1957. Die Raupenfliegen (Tachiniden) Westfalens und des Emslandes. — *Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westf.*, **19** (1), 1-40.
- HODEK, I. — 1956. The influence of *Aphis sambuci* L. as prey of the ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. — *Acta Soc. Zool. Bohemoslovenicae*, **20**, 62-74 (Orig. tschechisch).
- 1957. The larval food consumption of *Coccinella 7-punctata* L. (III. contribution to the knowledge of the ecology of *Coccinellidae*). — *Zool. ent. Listy*, **20**, 3-11 (Orig. tschechisch).
- 1958. Influence of temperature, rel. humidity and photoperiodicity on the speed of development of *Coccinella septempunctata* L. (IV. contribution to the study of *Coccinellidae*). — *Acta Soc. Ent. Čechosl.*, **55**, 121-141 (Orig. tschechisch).
- HOLLING, C. S. — 1958. A radiographic technique to identify healthy, parasitized, and diseased sawfly prepupae within cocoons. — *Canad. Entomologist*, **90**, 59-61.
- HOUSE, H. L. & J. S. BARLOW. — 1957. New equipment for rearing small numbers of *Pseudosarcophaga affinis* (FALL.) (*Diptera*: *Sarcophagidae*) for experimental purposes. — *Canad. Entomologist*, **89**, 145-150.

- HWU, J. S. — 1956. Preliminary notes regarding the life history of two species of *Trichogramma* (Hymenoptera). — *Acta Ent. Sinica*, **6** (2), 235-245 (Orig. chinesisch).
- JACHONTOV, V. V. — 1957. Die Möglichkeiten der Erhöhung der Vitalität örtlich vorhandener Entomophagen durch innerartliche Hybridisation. — In : *Bericht Tagg. Akad. Wiss. UdSSR. Zool. Inst. All-Unions Ent. Ges.* — Leningrad-Moskau 44-46 (Orig. russisch).
- JAFAEVA, Z. Š. — 1958. Natürliche Feinde und ihre Rolle bei der Dezimierung des Schwammspinners in Baschkirien. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹⁾, 58-60 (Orig. russisch).
- JAMES, H. G. — 1957. *Mochlonyx velutinus* (RUTHE) (Diptera : Culicidae), an occasional predator of mosquito larvae. — *Canad. Entomologist*, **89**, 470-480.
- JAMNICKÝ, J. — 1957. Beitrag zur Kenntnis parasitischer Hymenopteren von Borkenkäfern. — *Biológia*, **12**, 597-604 (Orig. slowakisch).
- JANVIER, H. — 1957. Comportement de *Tiphia morio* F. dans la destruction des *Amphimallon majalis* RAZ. (Hym. Tiphidae). — *Ann. Soc. ent. France*, **125**, 5-16.
- JENSEN, D. D. — 1957. Parasites of the Psyllidae. — *Hilgardia*, Berkeley, **27**, 71-99.
- JERMY, T. — 1957. Beiträge zur Kenntnis der in den Raupen von *Hyphantria cunea* DRURY schmarotzenden Raupenfliegen (Tachinidae). — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hungarici*, **7**, 253-262 (Orig. ungarisch).
- KAMENKOVA, K. V. — 1956. Flies (Diptera, Phasiidae), parasites of bugs of the family Pentatomidae in the province of Krasnodar. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **35**, 324-333 (Orig. russisch).
- KAMO, T. — 1957. On the habits of a cockroach hunting wasp (*Ampulex amoena* STÅL) in Japan. — *Kontyu* (Tokio), **25**, 94-98 (Orig. japanisch).
- KARAFIAT, H. — 1957. Zur Methodik der Massenwechsel-Untersuchung an sessilen Arthropoden. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **64**, 663-676.
- KARCZEWSKI, J. — 1958. Contribution à la connaissance des parasites de *Gelechia* (Teleia) *dodecella* (Lepidoptera, Gelechiidae). — *Bull. ent. Pologne*, **27**, 37-38 (1957) (Orig. polnisch).
- KARNOZYCKI, N. J. — 1957. *Dermestes erichsoni* GNGLB. als ein sich von den Eiern von *Lymantria dispar* L. ernähernder Räuber. — *Polskie Pismo Ent., Ser. B*, **4**, 73-76 (Orig. polnisch).
- KASHEFF, A. — 1956. Étude biologique de *Stegobium paniceum* L. (Col. Anobiidae) et de son parasite : *Lariophagus distinguendus* FÖRST. (Hym. Pteromalidae). — *Ann. Soc. Ent. France*, **124** (1955), 5-88.
- KOLOMIEC, N. G. — 1955. Über die Feststellung des Parasitenbestandes bei forstpathologischen Untersuchungen. — *Lesnoje chosjaistwo*, **8** (6), 61-63 (Orig. russisch).
- 1955. Material zur Prognose der Entwicklung des sibirischen Kiefernspinners. — *Arb. d. Staatsuniv. Tomsk*, **131**, 345-354 (Orig. russisch).
- 1956. Parasiten des Baumweisslings und der Faulbaumgespinstmotte in den Wäldern Sibiriens. — *Arb. d. Staatsuniv. Tomsk*, **142**, 214-222 (Orig. russisch).
- 1956. Parasites of *Orgyia antiqua* in Siberia. — *Akad. Nauk SSSR, Zapadno-Sibirskii Filial. Biol. Inst. Trudy*, **1**, 79-84 (Orig. russisch).
- 1956. On the biology of *Mixia magnifica* MIK. — *Trans. Biol. Inst. West-Siberian Fil., Acad. Sci. USSR, Novosibirsk*, **1**, 85-86 (Orig. russisch).
- KLOMP, H. — 1958. On the synchronization of the generation of the tachinid *Carcelia obesa* ZETT. (= *rutilla* B. B.) and its host *Bupalus piniarius* L. — *Ztschr. angew. Ent.*, **42**, 210-217.
- KOROVINA, N. I. — 1957. Ovivorous parasites of Hemiptera. — *Trans. Voron. Nat. Park, Voronež*, **7**, 213-216 (Orig. russisch).
- KOSZTARAB, M. — 1956. Parasitologische Untersuchungen an Schildläusen. — *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.*, **6**, 393-410.
- LABEYRIE, V. — 1957. Remarques sur la mise au point d'un élevage semi-industriel de *Macrocentrus ancylovorus* ROH. — *Entomophaga*, **2**, 271-281.

- LESESNE, H. — 1957. New farm threat : biological control method may prove to be nemesis of insects attacking cotton. — *Cotton Digest*, **29** (39), 30-31.
- MATSUZAWA, H., H. OKAMOTO & Y. MIYAMOTO. — 1956. Some influences of the density of the parasite progeny *Apanteles glomeratus* upon the host, *Pieris rapae crucivora* and the parasite itself. — *Oyo-Kontyu*, **12**, 211-216 (Orig. japanisch).
— 1957. Some influences of the density of the parasite progeny *Apanteles glomeratus* upon the host, *Pieris rapae* and the parasite itself. II. — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **1**, 131-134 (Orig. japanisch).
- MATVEEVA, M. I. — 1958. Die Bedeutung der Zusatznahrung für die Imagines der Schlupfwespen und ihre potentielle Fruchtbarkeit. — In: *Biol. Meth. Schädlingsebek. Kischinew*¹⁾, 28-30 (Orig. russisch).
- MAYER, K. — 1956. Der Einfluss ökologischer Faktoren auf das parasitäre Verhalten von Insekten. — *Ber. Hundertjahrfeier Deutsch. Ent. Ges. Berlin*, 122-134.
- MILLÁN, E. — 1956. Metamorfosis y ecología de *Aphidius platensis* BRÈTHES (Hymenoptera: Aphidiidae). — *Rev. Invest. agric.*, **10**, 243-280.
- MONTI, L. — 1956. Ricerche etologiche su due coccidi diaspini *Diaspis pentagona* TARG. e *Mytlococcus ulmi* L., nella regione romagnola. — *Boll. Ist. Ent. Bologna*, **21**, 1141-1165.
- MORGE, G. — 1956. Über Morphologie und Lebensweise der bisher unbekannten Larven von *Palloptera usta* MEIGEN, *Palloptera ustulata* FALLÈN und *Stegana coleoprata* SCOPOLI. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **6**, 124-137.
- MOUTIA, L. A. — 1958. Contribution to the study of some phytophagous *Acarina* and their predators in Mauritius. — *Bull. ent. Res.*, **49**, 59-75.
- MUIR, R. C. — 1958. On the application of the capture-recapture method to an orchard population of *Blepharidopterus angulatus* (FALL.) (Hemiptera-Heteroptera, Miridae). — *Ann. Rep. East Mallang Res. Stat.* (1957), 140-147.
- MURTHY, D. V. — 1957. *Apanteles baoris* WILKENSOn on the rice kipper, *Parnara mathias* FABR. — *Current Science* (Bangalore), **26** (10), 324.
- NAGY, B. — 1957. Einige neulich beobachtete Hymenopteren-Parasiten von *Hyphantria cunea* DRURY in Ungarn. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hungarici*, **7**, 458-460 (Orig. ungarisch).
— 1957. Recently observed predatory bugs (*Pinthaeus*, *Troilus*) living in nests of *Hyphantria* larvae. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hungarici*, **7**, 263-267 (Orig. ungarisch).
— 1957. Untersuchungen an *Arma custos* F. (Heteropt., Pentatomidae) einem Nachsteller der Raupen von *Hyphantria cunea* DRURY. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hungarici*, **7**, 191-226 (Orig. ungarisch).
- NARAYANAN, E. S. & M. J. CHACKO. — 1957. Superparasitism in *Trichogramma evanescens minutum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasite of sugarcane and maize borers in India. I. Effect of superparasitism. — *Proc. Ind. Acad. Sci.*, **45**, 122-128.
- NARAYANAN, E. S. & P. B. MOOKHERJEE. — 1955. Effect of nutrition on the longevity and rate of reproduction in *Trichogramma evanescens minutum* RILEY (Chalcidoidea: Hymenoptera). — *Indian J. Ent.*, **17**, 376-382.
- NARAYANAN, E. S., B. R. SUBBA RAO & R. B. KAUR. — 1956. Studies on the biology of the parasites of the pea leaf miner *Phytomyza atricornis* (MEIGEN). — *Proc. Ind. Acad. Sci., Sect. B*, **44**, 137-147.
- NIJVELDT, W. — 1955. Additional notes on my paper on the range of prey of *Phaenobremia aphidivora* KIEFF. and *Ph. urticae* RÜBS. (Diptera, Itonididae). — *Ent. Ber.*, **15**, 436-437.
- NINOMIYA, E. — 1957. In the food-habits of some aphidophagous syrphid larvae II. — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **1**, 186-192 (Orig. japanisch).
— 1957. On the number of aphids destroyed by syrphid larvae. — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **1**, 119-124 (Orig. japanisch).
- NOVÁK, K. — 1957. Einfluss der natürlichen Feinde auf den Verlauf einer Übervermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) in der Westslowakei. — *Čas. ČS. Společ. Ent.* **54**, 356-362 (Orig. tschechisch).

- NUORTEVA, M. — 1957. Zur Kenntnis der parasitischen Hymenopteren der Borkenkäfer Finnlands. — *Ann. Ent. Fennici*, **23**, 47-71.
- OHGUSHI, R. — 1956. Studies on the host selection by *Anicetus beneficus* (Encyrtidae, Hymenoptera), a parasite of *Ceroplastes rubens* (Coccidae, Hemiptera). — *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B*, **23**, 55-59.
- 1957. Studien über die Wirtswahl zweier parasitischer Wespen, *Anicetus beneficus* und *A. ceroplastis*. III. Analytische Untersuchung der Wirtswahl-Verschiedenheiten von *A. beneficus* zwischen der ersten und zweiten Generation. — *Zool. Mag. (Tokio)*, **66**, 183-186 (Orig. japanisch).
- OTTO, D. — 1958. Zur Schutzwirkung der Waldameisenkolonien gegen Eichenschädlinge. — *Waldhygiene*, **2**, 137-142.
- PERRON, J. P., E. J. LEROUX & J. LAFRANCE. — 1956. Notes on *Coenosia tigrina* (F.) (Diptera: Anthomyiidae), mainly on habits and rearing. — *Canad. Entomologist*, **88**, 608-611.
- PSCHORN-WALCHER, H. — 1957. Probleme der Wirtswahl parasitischer Insekten. — *Ber. 8. Wandervers. Deutsch. Ent.*, 31. Mai-4. Juni (München) 79-85.
- PSCHORN-WALCHER, H. & H. ZWÖLFER. — 1958. Preliminary investigations on the *Dreyfusia* (Adelges) populations, living on the trunk of the silver fir. — *Ztschr. angew. Ent.*, **42**, 241-277.
- POPOV, V. V. — 1956. Basic characteristics of parasitism and its evolution in Hymenoptera. — *Acta Ent. Sinica*, **6** (2), 143-144 (Orig. chinesisch).
- PUTMAN, WM. L. — 1957. Laboratory studies on the food of some coccinellids (Coleoptera) found in Ontario peach orchards. — *Canad. Entomologist*, **89**, 572-579.
- PUTTARUDRIAH, M. & G. P. CHANNA BASAVANNA. — 1956. A note on the larval parasites of the lablab pod-borer (*Adisura atkinsoni* MOORE). — *Mysore agric. J.*, **31**, 28-31.
- 1956. Some beneficial coccinellids of Mysore. — *Bombay Nat. Hist. Soc. J.*, **54** (1), 156-159.
- QUEDNAU, W. — 1956. Der Wert des physiologischen Experiments für die Artsystematik von *Trichogramma* (Hym., Chalcididae). — *Ber. Hundertjahrfeier Deutsch. Ent. Ges. Berlin*, 30. Sept.-5. Okt. (1956), 87-92.
- 1957. Über den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCHAL (Eine biometrische Studie). — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem*, H. 90, 1-63.
- 1958. Über einige Orientierungsweisen des Eiparasiten *Trichogramma* (Hym. Chalcididae) auf Grund von Licht- und Schwerereizen. — *Anz. Schäd.l.kunde*, **31**, 83-85.
- QUINTANA, F. J. — 1956. *Pulvinaria mesembryanthemi* (VALLOT) (Homoptera Stern.). Nueva cochinilla para la fauna argentina y sus zooparasitos. — *Rev. Fac. Agron. La Plata*, **32**, 75-110.
- RABB, R. L. & F. R. LAWSON. — 1957. Some factors influencing the predation of *Polistes* wasps on the tobacco hornworm. — *J. econ. Ent.*, **50**, 778-784.
- RAIZENNE, H. — 1957. Forest sawflies of southern Ontario and their parasites. — *Canada Dept. Agric. Public.*, 1009, 41 pp.
- READ, D. C. — 1958. Notes on *Scatophaga stercoraria* (L.) (Diptera: Anthomyiidae), a predator of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (BOUCHÉ). — *Canad. Entomologist*, **90**, 376.
- RIORDAN, F. B. — 1957. Effects of a high temperature on the fertility of *Dahlbominus fuscipennis* (ZETT.) (Hymenoptera: Chalcidoidea). — *Canad. J. Zool.*, **35**, 603-608.
- RISBEC, J. — 1956. Les parasites des insectes borers du riz au Cameroun. — *Agron. trop.* (France), **11**, 234-247.
- RISCO, B. S. H. — 1956. Los ciclos biológicos de barrenos *Diatraea saccharalis* FABR., y de su parásito nativo *Paratheresia* v. d. w. durante las diferentes estaciones del año en el Perú. — *Vida Agr.* (Lima), **33**, 839-847.
- RYVKIN, B. V. — 1953. Die Kiefernbuschhornblattwespen und deren Bekämpfung. — *Lesnoje chosjaistwo* (4), 43 pp.; ref.: BRAMMANIS, L.: *Ztschr. angew. Ent.*, **40**, 345-347, 1957.

- 1957. Die Kiefernblattwespen Weissrusslands und ihre Parasiten. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **7**, 457-482.
- RIVOSECCHI, L. — 1957. Descrizione degli stadi preimaginali dei *Tephritis stictica* LOEW (*Diptera Trypetidae*) parassita della *Diotis maritima* SMITH e note sugli organi riproduttivi dell'adulto. — *Riv. Parassitol.*, **18**, 267-288.
- ROBERTSON, J. G. — 1957. Changes in resistance to DDT in *Macrocentrus ancylivorus* ROHW. (*Hymenoptera: Braconidae*). — *Canad. J. Zool.*, **35**, 629-633.
- ROMANOVA, JU. S. — 1955. Problems of the biological control of ornamental tree pests. — *Scientific Conf. on ornamental plants control*, Moscow, 28-30 (Orig. russisch).
- RUBCOV, I. A. — 1958. Die Aufgaben der Erforschung und Verwendung von Entomophagen. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹⁾, 34-35 (Orig. russisch).
- SALT, G. — 1956. Experimental studies in insect parasitism. IX. The reactions of a stick insect to an alien parasite. — *Proc. Roy. Soc. London, Ser. B*, **146**, 93-108.
- SANKARAN, T. — 1955. The natural enemies of *Ceroplastes pseudoceriferus* GREEN (*Hemiptera-Coccidae*). — *J. Sci. Res. Banarās Hindu Univ.*, **5**, 100-109.
- ŠAPIRO, V. A. — 1957. Factors influencing the increase of effectiveness of gipsy moth parasites. — *3. Conf. All-Union Entomol. Soc. I*, Moscow, 175-177 (Orig. russisch).
- SCHERF, H. — 1958. Ein Eiparasit bei *Galeruca tanacetii* L. (*Coleopt., Chrysom.*). — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **65**, 329-332.
- SCHERNEY, F. — 1957. Beobachtungen über Auftreten und Biologie von Kurzflüglern (*Staphylinidae*) als Nützlinge in Feldkulturen. — *Pflanzenschutz*, München, **9**, 117-118.
- SCHWENKE, W. — 1957. Über die räuberische Tätigkeit von *Formica rufa* L. und *Formica nigricans* EMERY ausserhalb einer Insekten-Massenvermehrung (*Hymenoptera: Formicidae*). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **7**, 226-246.
- SEKHAR, P. S. — 1957. Mating, oviposition, and discrimination of hosts by *Aphidius testaceipes* (CRESSON) and *Praon aguti* SMITH, primary parasites of aphids. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **50**, 370-375.
- SHANDS, W. A., G. W. SIMPSON, F. S. ROBERTS & C. F. W. MUESEBECK. — 1955. Parasites of potato-infesting aphids and of some other aphids in Maine. — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **57**, 131-136.
- SIMMONDS, F. J. — 1957. A list of the *Coccidae* of Bermuda and their parasites. — *Bull. Dept. Agric. Bermuda* (30), 12 pp.
- SIKURA, A. I. — 1958. Die Bedeutung der Entomophagen bei der zahlenmässigen Begrenzung von *Hyphantria cunea* DRURY in den Transkarpaten. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹⁾, 39-41, (Orig. russisch).
- SILVEIRA, A. G. & A. RUFFINELLI. — 1956. Primer catálogo de los parasitos y predadores encontrados en el Uruguay. — *Facultad agron. Montevideo, Uruguay, Bol.* (32), 80 pp.
- SISOJEVIĆ, P. — 1955. Contribution for knowledge of the tachinids parasitising *Lymantria dispar* in Yugoslavia. — *Plant. Prot.* (28), 3-10 (Orig. jugoslawisch).
- SKUHRAVÝ, V. — 1957. Bewegungsareal einiger Carabidenarten. — *Act. Soc. ent. Českoslov.*, **50**, 171-179 (Orig. tschechisch).
- SKUHRAVÝ, V. & K. NOVÁK. — 1957. Entomofauna des Kartoffelfeldes und ihre Entwicklung. — *Rozpravy Českoslov. Akad. ved.*, **67**, 1-50 (Orig. tschechisch).
- SMITH, B. C. — 1958. Responses to light and influence of light and temperature on locomotion of the crawler of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (*Homoptera: Phylloxeridae*), and of insect predators of this species. — *Canad. Entomologist*, **90**, 193-201.
- SMITH, J. M. — 1957. Effects of the food plant of California red scale, *Aonidiella aurantii* (MASK.) on reproduction of its hymenopterous parasites. — *Canad. Entomologist*, **89**, 219-230.
- SMITH, R. W. — 1958. Parasites of nymphal and adult grasshoppers (*Orthoptera: Acrididae*) in western Canada. — *Canad. J. Zool.*, **36**, 217-262.

- SMITHERS, C. N. — 1956. On *Philopsysche abdominalis* MORLEY (Hym.: Ichneumonidae), a parasite of *Acanthopsysche junodi* HEYLAERTS (Lep.: Psychidae). — *J. ent. Soc. S. Afr.*, **19** (2), 225-249, — Corrective note — (1), 1957.
- SOMSEN, H. W. & P. LUGINBILL. — 1956. *Bracon lissogaster* MUES., a parasite of the wheat stem sawfly. — *Techn. Bull. U.S. Dept. Agric.* (1153), 7 pp. Washington.
- STARÝ, P. — 1957. Notes on the Braconidae (Hym.) of Czechoslovakia IV. (Part I). — *Čas. ČS. Společ. Ent.*, **54**, 277-293 (Orig. tschechisch).
- STROKOV, V. V. — 1956. Technique of utilizing fauna for forest protection (forest biotechnics). — *Gos-Lesbumizdat*, Moskva, 65 pp. (Orig. russisch).
- SUBBA RAO, B. R. — 1955. *Microbracon chinensis* SZEP. — A short note on the technique of its mass-multiplication. — *Indian J. Ent.*, **17**, 387-389.
- SUGONJAEV, E. S. — 1958. On some parasitic chalcid — wasps infesting scale-insects (Hymenoptera, Chalcidoidea) in Leningrad region. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 308-318 (Orig. russisch).
- SUNDBY, R. — 1957. The parasites of *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. and their relation to the population dynamics of the leaf-miner. — *Norsk. ent. Tidsskr.*, suppl. 2, 153 pp., Oslo.
- ŠUTOVA, N. N. & A. V. KUČTINA. — 1955. Parasites and predators of pests subject to quarantine regulations and several other pests of agricultural plants. — *Ent. Obozr.*, **34**, 210-217 (Orig. russisch).
- ŚWIECIMSKI, J. — 1957. The role of sight and memory in food capture by predatory beetles of the species *Cicindela hybrida* L. (Coleoptera, Cicindelidae). — *Bull. ent. Pologne*, **26**, 205-232 (1956).
- SYSOEV, A. T. — 1958. Versuch zur Schutzhaltung einiger Coccinelliden-Arten. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹), 44-45 (Orig. russisch).
- SZALAY-MARZSÉ, L. — 1957. Parasites of *Hyphantria cunea* DRURY, found in N. E. Hungary during the summer of 1954. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hung.*, **7**, 185-189 (1952/1956) (Orig. ungarisch).
- SZELENYI, G. — 1957. Some new data on the hymenopterous parasites of *Hyphantria cunea* DRURY. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hung.*, **7**, 295-312 (1952/1956) (Orig. ungarisch).
- SZMIDT, A. — 1958. Some observations on obtaining host eggs for laboratory mass breeding of *Trichogramma* WESTW. (Hymenoptera, Chalcididae). — *Bull. ent. Pologne*, **27**, 149-157 (1957) (Orig. polnisch).
- TOBIAS, B. I. — 1958. Einige Fragen der Biologie erwachsener Schlupfwespen in Verbindung mit einer Zusatzernährung auf Blütenpflanzen. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹), 48-49 (Orig. russisch).
- TODD, D. H. — 1956. A preliminary account of *Dasyneura mali* KIEFFER (Cecidomyiidae: Dipt.), and an associated hymenopterous parasite in New Zealand. — *N.Z.J. Sci. Tech.*, **37** (A), 462-464.
- URQUIJO LANDALUZE, P. — 1955. Investigaciones sobre el parasito util *Trichogramma minutum*. — *Inst. Nac. de Invest. Agron. An.*, **4**, 707-709.
- USMAN, S. & T. A. THONTADARYA. — 1957. A preliminary note on the larval-parasites complex of *Epilachna sparsa* (HERBST) in Mysore. — *Current Sci.*, **26**, 252-253.
- UTIDA, S. — 1955. Fluctuations in the interacting populations of host and parasite in relation to the biotic potential of the host. — *Ecology*, **36**, 202-206.
— 1956. Long-term fluctuation of population in the system of host-parasite interaction. — *Kyoto U. Inst. Insect Control, Res. Population Ecol.* (3), 52-59 (Orig. japanisch).
— 1957. Population fluctuation, an experimental and theoretical approach. — *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, **22**, 139-151.
— 1957. Cyclic fluctuations of population density intrinsic to the host-parasite system. — *Ecology*, **38**, 442-449.
- VIKTOROV, G. A. — 1956. On the peculiarities of some ectoparasite ichneumonids and braconids (Hymenoptera). — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **35**, 89-100.

- VOÛTE, A. D. — 1956. Das Wirt-Parasiten-Verhältnis im Zusammenhang mit der biologischen Bekämpfung von Insektenplagen. T.N.O.-Nieuws **11** (12), 579-582 (Orig. holländisch).
- WALKER, J. K. — 1957. A biological study of *Collops balteatus* LEC. and *Collops vittatus* (SAY). — *J. econ. Ent.*, **50**, 395-399.
- WALZ, A. J. — 1957. Observations on the biologies of some hymenopterous parasites of the cabbage seedpod weevil in northern Idaho. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **50**, 219-220.
- WESTER, C. — 1956. Notes on the bionomics of the natural enemies of the insects on *Mirabilis*. — *Proc. Ent. Soc. Wash.*, **58**, 283-286.
- WICHMANN, H. E. — 1957. Untersuchungen an *Ips typographus* L. und seiner Umwelt (*Heteroptera*, Wanzen). — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 64-72.
- 1957. Untersuchungen an *Ips typographus* L. und seiner Umwelt. Die Kamelhalsfliegen. — *Ztschr. angew. Ent.*, **40**, 433-440.
- WISHART, G. — 1956. Effects of hydrogen ion concentration on hatching of eggs of *Aplomya caesar* (ALD.) (*Diptera*: *Tachinidae*). — *Canad. Entomologist*, **88**, 655-656.
- ŻAK-OGAŻA, B. — 1957. Les chalcidiens (*Hymenoptera*) parasites des cochenilles de la famille *Lecaniidae* (*Hom.*, *Coccoidea*). Partie I. — *Bull. ent. Pologne*, **26**, 249-259 (Orig. polnisch).
- ZGERSKAJA, E. V. — 1958. Die Räuber von *Bryobia redikorzevi* RECK. und ihre Bedeutung für die Verringerung der Population des Schädlinge. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek. Kischinew*¹), 20-21 (Orig. russisch).
- ZINOVJEV, G. A. — 1957. A contribution of the study of significance of biotic factors in the natural control of bark and wood borers. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **36**, 322-354 (Orig. russisch).
- ZWÖLFER, H. — 1957. Vergleichend-biozönotische Untersuchungen an Parasitenkreisen verwandter Forstschädlinge. — *Ber. 8. Wandervers. Deutsch. Ent.*, 31. Mai-4. Juni (München), 86-97.
- ZWÖLFER, H. & M. KRAUS. — 1957. Biocoenotic studies on the parasites of two fir and two oak-tortricids. — *Entomophaga*, **2**, 173-196.

3. ANWENDUNG BIOLOGISCHER BEKÄMPFUNG MITTELS ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN.

3. APPLICATIONS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES.

3. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS.

- ANONYMUS. — 1956. Coconut pests and diseases board. — Report for the period 1st June, 1955, to 31st May, 1956 : *Coun. Pap. Fiji* 1956, (34), 9 pp.
- 1957. Coconut pests and diseases board. — Report for the period 1st June, 1956, to 31st May, 1957 : *Op. cit.* 1957 (34), 10 pp.
- 1957. *Annual report of the West African Cocoa Research Institute*, 1954-1955, 110 pp. 1955-1956, 90 pp.
- BARTLETT, B. R. & D. C. LLOYD. — 1958. Mealybugs attacking citrus in California. A survey of their natural enemies and the release of new parasites and predators. — *J. econ. Ent.*, **51**, 90-93.
- BENASSY, C. — 1957. Influence du facteur « exposition » sur la répartition des micro-hyménoptères parasites de *Coccoidea-Diaspididae*. — *Entomophaga*, **2**, 283-291.
- BENASSY, C. & H. MILAIRE. — 1958. Lutte biologique contre le pou de San José avec *Prospaltella perniciosi* tow. — *Phytoma*, Paris (99), 7-10.
- BOHART, R. M. — 1957. *Insects of Micronesia*. **12** (1), 89 pp., Honolulu.

- BOSCH, R. VAN DEN. — 1957. The spotted alfalfa aphid and its parasites in the Mediterranean region, Middle East, and East Africa. — *J. econ. Ent.*, **50**, 352-356.
- BOSCH, R. VAN DEN, E. I. SCHLINGER & E. J. DIETRICK. — 1957. Imported parasites established. (Natural enemies of the spotted alfalfa aphid brought from the Middle East in 1955-1956 now established in California). — *Calif. Agric. Berkeley*, **11**, 11-12.
- BRICKIJ, J. V. — 1958. Über die Verwendung natürlicher Feinde und Parasiten schädlicher Bodeninsekten in der Landwirtschaft der Westgebiete der ukrainischen Republik. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, Kischinew¹⁾, 8-9 (Orig. russisch).
- BROWN, N. R. & R. C. CLARK. — 1957. Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae) IV. *Neoleucopis obscura* (HAL.) (Diptera: Chamaemyiidae), an introduced predator in eastern Canada. — *Canad. Entomologist*, **89**, 533-546.
- BURMAN, J. H. — 1956. Biological control of fruit fly. — *Mother Earth*, **9**, 620-621.
- CARBONELL, C. S. — 1957. Informe sobre el control biologico del barrenado de la Caña de Azúcar, *Diatraea saccharalis* (F.). — *Rev. Asoc. Ing. Agrón.* (100), 46 pp., Montevideo.
- CHARPENTIER, L. J. — 1958. Recent attempt to establish sugarcane borer parasites in Louisiana. — *J. econ. Ent.*, **51**, 163-164.
- CLARK, R. C. & N. R. BROWN. — 1957. Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae) III. Field identification and some notes on the biology of *Neoleucopis pinicola* MALL. (Diptera: Chamaemyiidae). — *Canad. Entomologist*, **89**, 404-409.
- CLAUSEN, C. P. — 1956. Releases of recently imported insect parasites and predators in California 1954-1955. — *Pan-Pacific Ent.*, **32** (3), 125-127.
- DAVIS, E. G., C. BENTON & H. W. SOMSEN. — 1955. Natural enemies of the wheat stem sawfly in North Dakota and Montana. — *North Dakota Agric. Exp. Sta., Bimonthly Bull.*, **18**, 63-65.
- DE BACH, P., T. W. FISHER & J. LANDI. — 1955. Some effects of meteorological factors on all stages of *Aphytis lingnanensis*, a parasite of the California red scale. — *Ecology*, **36**, 743-753.
- DIETRICK, E. J. & R. VAN DEN BOSCH. — 1957. Insectary propagation of the squash bug and its parasite *Trichopoda pennipes* FABR. — *J. econ. Ent.*, **50**, 627-629.
- EVENHUIS, H. H. — 1958. Ecological investigations on the woolly aphid, *Eriosoma lanigerum* (HAUSM.), and its parasite *Aphelinus mali* (HALD.) in the Netherlands. — *Tijdschr. Plantenziekten*, **64**, 103 pp. (Orig. holländisch).
- FINLAYSON, L. R. & T. FINLAYSON. — 1958. Parasitism of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.) (Hymenoptera: Diprionidae), in southwestern Ontario. — *Canad. Entomologist*, **90**, 223-225.
- FLANDERS, S. E. — 1958. *Moranila californica* as a usurped parasite of *Saissetia oleae*. — *J. econ. Ent.*, **51**, 247-248.
- FRAPPA, C. — 1955. Sur l'importance du parasitisme du Mymaridé *Anaphoidea nitens* GUÉR. vis-à-vis du charançon de l'eucalyptus *Gonipterus scutellatus* GYLL. dans la région de Tananarive. (Sine loco).
- GAPRINDAŠVILI, N. K. — 1957. Problems and perspectives in the use of entomophaga to control jasmin *Coccidae* in Sovietic subtropics. — *Conf. Biol. Contr. Probl.*, Leningrad, 7-9 (Orig. russisch).
- GAPRINDAŠVILI, N. K. & JU. I. TYALADZE. — 1957. On the question of using *Cryptolaemus* to control *Pseudococcus comstocki* under conditions of Tbilissi. — *3. Conf. All-Union Entomol. Soc. II*. Tbilissi, 27-28 (Orig. russisch).
- GÖSSWALD, K. — 1958. Weitere Beobachtungen über die Auswirkung der Roten Waldameise auf den Eichenwickler. — *Waldhygiene*, **2**, 143-153.
- GRIMAL'SKIJ, V. M. — 1958. Aussichten der Verwendung der Roten Waldameise im Kampf mit Schädlingen in Kiefernanzpflanzungen. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, Kischinew¹⁾, 12-14 (Orig. russisch).

- GYÖRFI, J. — 1956. Die in den Maikäfer- und anderen Blatthornkäferlarven schmarotzenden Wespen. — *Ztschr. angew. Ent.*, **38**, 468-474.
- HAGEN, K. S., J. K. HOLLOWAY, F. E. SKINNER & G. L. FINNEY — 1958. Aphid parasites established. (Natural enemies of spotted alfalfa aphid brought from Middle East expected to be established throughout the state in 1958). — *Calif. Agric. Berkeley*, **12**, 3-15.
- HARTWIG. — 1958. Lehrgang zur Einführung in die Waldameisenvermehrung. — *Allg. Forsttschr.*, **13**, 311.
- HOYT, C. P. — 1957. Parasites and predators introduced into the Pacific Islands for the biological control of insects and other pests. — *Tech. Pap. S. Pacif. Comm.* (101), 40 pp. (multigraphed).
- HUANQUI, L. R. & L. I. COMBE. — 1956. El control biológico del *Aphis gossypii*. — *Agronomia (Lima)*, **21** (85), 7-25.
- HUBA, A. — 1957. Die natürlichen Feinde der San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.) in der Slowakei und die Möglichkeiten ihrer Ausnützung in der Praxis. — *Pol'nohospodarstvo*, **4**, 306-353 (Orig. tschechisch).
- HUFFAKER, C. B. & C. E. KENNETH. — 1956. Control of cyclamen mite. (Stocking test plots in new fields with natural enemies has given biological control on strawberries in first crop year.). — *Calif. Agric. Berkeley*, **10**, 7-12.
- ISAAKIDES, C. A. — 1957. Sur la lutte biologique contre le *Dacus oleae* ROSSI. — *Entomophaga*, **2**, 245-249.
- LEVER, R. J. A. W. — 1956. Rearing and liberation of tachinid parasites of padi stem-borers in Malaya. — *Malay. agric. J.*, **39**, 40-47.
- MACNAY, C. G. — 1956. Summary of parasite and predator liberations in Canada in 1956. — *Canad. Insect. Pest Rev.*, **34** (8), 295-302.
- MALLO, R. G. & A. TURICA. — 1956. Lucha biológica contra las plagas de los citrus en el país. — *Argentina Dir. Gen. de Invest. Agr. IDIA*, **101**, 29-31.
- MCGOUGH, J. M. & L. W. NOBLE. — 1957. Summary of work at Brownsville, Texas, with imported pink bollworm parasites and an aphid predator. — *J. econ. Ent.*, **50**, 514.
- MONASTERO, S. — 1958. Cronistoria e stato attuale delle nostre conoscenze sulla lotta biologica contro la mosca delle oliye (*Dacus oleae* GMEL.). — *Ist. Ent. Agr. Univ. Palermo, Boll.* (13), 1-20.
- PAVAN, M. — 1957. Bericht über die bisher in Italien durchgeführten Arbeiten zur biologischen Bekämpfung der Schadinsekten im Wald mit Hilfe der Roten Waldameise. — *Waldhygiene*, **2**, 73-79.
- PETERSON (JR.), G. D. — 1957. An annotated checklist of parasites and predators introduced into Guam during the years 1950-1955. Recent additions to the list of insects which attack crops and other important plants in Guam. — *Proc. Hawaii ent. Soc.*, **16**, 199-202, 203-207.
- PETROV, A. I. — 1955. Ways and possibilities to the application of *Ageniaspis fuscicollis* DALM. in biological control of *Hyponomeuta padellus* and *H. malinellus*. — *Trans. Rep. Plant Protect. Stat. Alma-Ata*, **2**, 151-163 (Orig. russisch).
- QUINTANILLA, R. H. — 1956. Los insectarios y la lucha contra las plagas agrícolas. — *Corp. Fruticola Argentina CFA*, **21** (233), 5-9.
- RJACHOVSKIJ, V. V. — 1958. Die Effektivität der unter natürlichen Bedingungen ausgesetzten *Telenomus*-Individuen und die Faktoren, die die Effektivität bestimmen. — In: *Biol. Meth. Schädlingsbek. Kischinew*¹⁾, 37-39 (Orig. russisch).
- ROMANOVA, J. I. — 1957. Der Stand und die Aufgaben der biologischen Methode der Schädlingsbekämpfung gegen den Ringelspinner. — In: *Bericht Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst. All-Union Ent. Ges. Leningrad-Moskau*, 15-16 (Orig. russisch).
- RUBCOV, I. A. — 1957. Der Stand und die Aufgaben für Untersuchungen und Anwendungen von Entomophagen für Ziele der biologischen Methode der Schädlingsbekämpfung in der UdSSR und im Ausland. — In: *Ber. Tagg. Akad. Wiss. UdSSR Zool. Inst., All-Union Ent. Ges. Leningrad-Moskau*, 17-21 (Orig. russisch).

- RYVKIN, B. V. — 1955. Einige neue Verfahren zur Bekämpfung von Forstschädlingen. — *Lesnoje chosjaistwo*, **8** (6), 58-60 (Orig. russisch).
- 1957. Die Anwendungsmöglichkeiten der Versuchsergebnisse beim Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) für den biologischen Kampf gegen den sibirischen Arvenspinner (*Dendrolimus sibiricus* TSHTV.). — In : *Ber. Tagg. Wiss. Akad. UdSSR, Zool. Inst., All-Unions, Ent. Ges., Leningrad-Moskau*, 22-24 (Orig. russisch).
- ŠAPIRO, V. A. — 1956. The principal parasites of *Porthetria dispar* L. and the prospects of using them. — *Zool Zhur.*, **35**, 251-265 (Orig. russisch).
- 1958. Die Bedeutung einiger land- und forstwirtschaftlicher Verfahren auf das Ansteigen der Wirksamkeit von Eiparasiten von *Eurygaster*. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek., Kischinev*¹⁾, 52-54 (Orig. russisch).
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1957. Die Stellung der Entomophagen im System der Bekämpfungsmassnahmen gegen die Schildwanze *Eurygaster integriceps* PUT. — In : *Ber. Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst. All-Unions Ent. Ges. Leningrad-Moskau* (Orig. russisch).
- SCHERNEY, F. — 1957. Über Biologie und Zucht von *Carabus*-Arten. — *Ber. 8. Wandervers. Deutsch. Ent.* 31. Mai-4. Juni (München), 120-126.
- 1957. Die Bedeutung einheimischer Laufkäfer in der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Orion*, **12** (6), 447-451.
- SCHLABRITZKY, E. — 1957. Beziehungen zwischen Parasiten- und Wirtstierzucht. — *Gesunde Pflanzen*, **11**, 235-238.
- ŠEDIVÝ, J. — 1958. Akklimatisation der Zehrwespe (*Aphelinus mali* HALD.) in der Tschechoslowakei. — *Rostlinná výroba*, **4**, 197-206 (Orig. tschechisch).
- SIMMONDS, F. J. — 1956. Additional note on the parasites of *Diatraea saccharalis* F. in the French Antilles. — *Trop. Agric. Trinidad*, **33**, 232.
- SMIRNOFF, W. A. — 1957. La cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* TARG.) en Afrique du Nord. Comportement, importance économique, prédateurs et lutte biologique. — *Entomophaga*, **2**, 1-98.
- SMITH, B. C. & H. C. COPPEL. — 1957. Releases in North America and reviews of bionomics in Europe of insect predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae). — *Canad. Entomologist*, **89**, 410-420.
- STATIVKIN, V. G., B. J. PEREGOČENKO & V. V. SINITZIN. — 1957. Our technique in the distribution of *Pseudaphycus*. — *Zashch. Rast.*, No. 4, 43-44 (Orig. russisch).
- STUART, A. M. — 1957. *Ephialtes brevicornis* (GRAV.) as an external parasite of the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (CURT.). — *Bull. ent. Res.*, **48**, 477-488.
- ŠUTOVA, N. N. — 1957. Introduction, acclimatisation and intraareal distribution of entomophaga. — 3. *Conf. All-Union, Entom. Soc. I. Moscov*, 184-185 (Orig. russisch).
- 1957. Introduction and dissemination of useful insects. — *Zashch. Rast. ot Vred. i Boleznei*, **2** (3), 53-55 (Orig. russisch).
- SYSOEV, A. T. — 1957. On the question of using predacious *Cryptolaemus* and *Rodolia*. — 3. *Conf. All-Union Entom. Soc. II, Tbilissi*, 97-98 (Orig. russisch).
- TEMPLADO, J. — 1957. Datos sobre *Ooencyrtus kuwanai* now. (calcídido parásito de *Lymantria dispar* L.) en España. — *Publ. Inst. Biol. Apl.* **25**, 119-129.
- VASADZE, V. N. — 1957. Some data concerning the biological control of *Ceroplastes japonicus*. — 3. *Conf. All-Union Entom. Soc. II, Tbilissi*, 24 (Orig. russisch).
- WELLENSTEIN, G. — 1957. Die Beeinflussung der forstlichen Arthropodenfauna durch Waldameisen (*Formica rufa* Gruppe), I. Teil. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 368-385.
- WISHART, G. — 1957. Surveys of parasites of *Hylemya* spp. (Diptera: Anthomyiidae) that attack cruciferous crops in Canada. — *Canad. Entomologist*, **89**, 450-454.
- WISHART, G., E. H. COLHOUN & A. E. MONTEITH. — 1957. Parasites of *Hylemya* spp. (Diptera: Anthomyiidae) that attack cruciferous crops in Europe. — *Canad. Entomologist*, **89**, 510-517.
- ŽIGAĖY, G. N. — 1958. Der Verzicht auf die herbstliche Bearbeitung der Rübenfelder zur Erhaltung der überwinterten *Xenocrepis*. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek., Kischinev*¹⁾, 17-19 (Orig. russisch).

4. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG VON MIKROORGANISMEN.

4. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES.

4. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF MICRO-ORGANISMS.

- ABUL-NASR, S. — 1956. Polyhedrosis virus disease on cotton leaf worm, *Prodenia litura* F. — *Bull. Soc. ent. Egypte*, **40**, 321-332.
- AKBAR, K., H. HAQUE & H. M. ABBAS. — 1958. *Fusarium acridiorum* a parasite of desert locust. — *FAO Plant Prot. Bull.*, **6**, 59.
- ANGUS, T. A. — 1956. Extraction, purification and properties of *Bacillus sotto* toxin. — *Canad. J. Microbiol.*, **2**, 416-426.
- 1956. Association of toxicity with protein-crystalline inclusions of *Bacillus sotto* ISHIWATA. — *Canad. J. Microbiol.*, **2**, 122-131.
- ARCHIPOVA, V. D. — 1958. Über die Veränderung der Zusammensetzung der Mikroflora der Hämolymphe der Rübenderbrüsslerlarven nach dem Einbringen von Muscardinepilzen in den Boden. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 4-5 (Orig. russisch).
- BAIRD, R. B. — 1957. Notes on a laboratory infection of *Diptera* caused by the fungus *Empusa muscae* COHN. — *Canad. Entomologist*, **89**, 432-435.
- BERGOLD, G. H. — 1958. Viruses of insects. — *Handb. Virusforschung*, **4**, (3. Ergänzungsband) Springer-Verlag, Wien, 60-142.
- BERGOLD, G. H. & B. FLASCHENTRÄGER. — 1957. The polyhedral virus of *Prodenia litura* (FABR.) (*Lepidoptera-Noctuidae*). — *Nature*, **180**, 1046-1047.
- BERGOLD, G. H. & W. E. RIPPER. — 1957. The polyhedral virus of *Heliothis armigera* (HBN.) (*Lepidoptera: Noctuidae*). — *Nature*, **180**, 764-765.
- BIRD, F. T. — 1958. Histopathology of granulosis viruses in insects. — *Canad. J. Microbiol.*, **4**, 267-272.
- BUCHER, G. E. — 1957. Disease of the larvae of tent caterpillars caused by a spore-forming bacterium. — *Canad. J. Microbiol.*, **3**, 695-709.
- BUCHER, G. E. & J. M. STEPHENS. — 1957. A disease of grasshoppers caused by the bacterium *Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA. — *Canad. J. Microbiol.*, **3**, 611-625.
- BURGERJON, A. — 1957. L'utilisation des chenilles de *Pieris brassicae* L. comme « insecte test » de laboratoire dans un service de contrôle de préparations pathogènes insecticides. — *Entomophaga*, **2**, 129-135.
- CANNING, E. U. — 1956. A new eugregarine of locusts, *Gregarina garnhami* n. sp., parasitic in *Schistocerca gregaria* FORSK. — *J. Protozool.*, **3**, 50-62.
- CLARK, E. C. — 1958. Ecology of the polyhedroses of tent caterpillars. — *Ecology*, **39**, 132-139.
- ČUGUNIN, JA. V. — 1958. Mikrobiologische Bekämpfungsmethoden gegen *Bryobia redikorzovi* RECK. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 40-50 (Orig. russisch).
- ELLINGBOE, A. H., M. F. KERNKAMP & B. A. HAWS. — 1957. Sweetclover weevil parasitized by *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. in Minnesota. — *J. econ. Ent.*, **50**, 173-174.
- EVLACHOVA, A. A. — 1958. Der Einfluss einiger chemischer und physikalischer Faktoren auf das Wachstum und die Virulenz entomophager Pilze. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 16-17 (Orig. russisch).
- FRANZ, J. — 1956. Der Einfluss der Passage durch den Darm von Raubinsekten und Vögeln auf die Infektiosität insektenpathogener Viren. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 103-104.
- GERŠENSON, S. M. — 1956. Polyhedral viruses of closely related insect species. — *J. gen. Biol.*, **17** (6), 453-458 (Moskau) (Orig. russisch).
- 1956. The mechanism of infection of cells by polyhedral viruses in the light of observations on the size and form of polyhedra. — *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **110**, 1199-1201 (Orig. russisch).

- 1956. On initial stages of development of the polyhedral disease of insects. — *Microbiology (Acad. Sci. USSR)*, **25**, 90-98 (Orig. russisch).
- 1957. Das Polyedervirus von *Galleria mellonella* L. — *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **113**, 1161-1162 (Orig. russisch).
- 1957. On the nature of insect polyhedral disease. — In : *Infekz. i protoz. bol. Polezn. nasek.*, 220-240 (Orig. russisch).
- 1958. Contrast staining of intranuclear inclusions in polyhedrosis-diseased insects. — *Českoslov. parasitol.*, **5**, 113-114 (Orig. russisch).
- 1958. On the control of « spontaneous » jaundice in silk-worm. — *Českoslov. parasitol.*, **5**, 105-112 (Orig. russisch).
- 1958. New data on the pathogenesis of insect polyhedrosis. — *Wopr. Virusol.* **2**, 97-101 (Orig. russisch).
- HALL, I. M. & M. E. BADGLEY. — 1957. A rickettsial disease of larvae of species of *Stethorus* caused by *Rickettsiella stethorae*, n. sp. — *J. Bact.*, **74**, 452-455.
- HALL, I. M. & P. H. DUNN. — 1958. Susceptibility of some insect pests to infection by *Bacillus thuringiensis* BERLINER in laboratory tests. — *J. econ. Ent.*, **51**, 296-298.
- HUBER, J. — 1958. Untersuchungen zur Physiologie insektentötender Pilze. — *Arch. Mikrobiol.*, **29**, 257-276.
- HUGER, A. & A. KRIEG. — 1958. Über eine Cytoplasma-Polyedrose der Nonnenraupe (*Lymantria monacha* L.). — *Naturwissenschaften*, **45**, 170-171.
- HUGHES, K. M. — 1957. An annotated list and bibliography of insects reported to have virus diseases. — *Hilgardia*, Berkeley, **26**, 597-629.
- 1958. The question of plurality of virus particles in insect-virus capsules and an attempt at clarification of insect virus terminology. — *Trans. Amer. microsc. Soc.*, **77**, 22-30.
- HURPIN, B. — 1955. Sur une « maladie laiteuse » des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleopt. Scarabeidae). — *Compt. rend. Soc. Biol.*, Paris, **149**, 1966-1967.
- ISAAKOVA, N. P. — 1957. Variation of pathogen properties of entomophagous bacteria in conditions of mixed cultures. — In : *Infekz. i protoz. bol. Polezn. nasek.*, 438-444 (Orig. russisch).
- JAHN, E. — 1957. Probleme zu festgestellten Veränderungen von Polyederkörpern bei Insektenviruserkrankungen. — *Mikroskopie*, Wien, **12**, 301-304.
- 1958. Geregelte Anordnung von Polyederviren in Insektentpolyedern im Zusammenhang mit deren Umbildung zu bandförmigen Formen. — *Anz. Schäd.-kunde*, **31**, 1-4.
- JANISCH, E. — 1958. Nachträge zum Problem des Polyedervirus bei Insektenkrankheiten. — *Ztschr. angew. Ent.*, **42**, 292-306.
- KOŽANČIKOV, I. V. — 1957. Epizootia and ecological-physiological particularities of insects. — In : *Infekz. i protoz. bol. Polezn. nasek.*, 330-345 (Orig. russisch).
- KRIEG, A. — 1956. Erfahrungen bei der Diagnose von Engerlingsseuchen. — *Entomophaga*, **1**, 93-94.
- 1956. Untersuchungen zum Latenzproblem von Insektenvirosen. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 91-92.
- 1956. Diagnose und Beschreibung von Insekten-Virosen. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 89-90.
- 1957. Zur Differentialdiagnose von Viruskrankheiten bei Insekten. II. Mitteilung. — *Mikroskopie*, **12**, 110-117.
- 1957. Eine Polyedrose von *Aporia crataegi* L. (Lepidoptera). (Zugleich ein Beitrag über den atypischen Verlauf von Insekten-Virosen). — *Ztschr. Pfl.-krankh.*, **64**, 657-662.
- 1958. Verlauf des Infektionstiters bei stäbchenförmigen Insekten-Viren. — *Ztschr. Naturforsch.*, **13 b**, 27-29.
- 1958. Immunität bei Insekten. — *Ztschr. Immunitätsforsch., exp. Ther.*, **115**, 472-477.
- 1958. Weitere Untersuchungen zur Pathologie der Rickettsiose von *Melolontha spec.* — *Ztschr. Naturforsch.*, **13 b**, 374-379.
- KRIEG, A. & R. LANGENBUCH. — 1956. Über einige neue Insekten-Virosen. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 92-93.

- KRYWIECZYK, J., D. R. MCGREGOR & G. H. BERGOLD. — 1958. Serological relationship of viruses from some lepidopterous insects. — *Virology*, **5**, 476-480.
- LANGENBUCH, R. — 1955. Eine verbesserte und zeitsparende Methode zur Färbung von Viruseinschlusskörpern (Polyedern) in Schnittpräparaten mit Eisenhämatoxylin. — *Mikroskopie*, Wien, **10**, 344-348.
- 1956. Eine verbesserte und zeitsparende Polyederfärbung mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain) in Gewebeschnitten. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 90-91.
- 1957. Beitrag zur Färbung von Einschlusskörpern (Polyedern) in Blut- und Gewebeausstrichen viruskranker Insekten. — *Mikroskopie*, Wien, **12**, 267-268.
- 1957. Beitrag zur Differentialdiagnose von Viruseinschlusskörpern (Polyedern) in Schnittpräparaten. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **64**, 443-444.
- LAPPA, N. V. — 1958. Der Einfluss von *Beauveria* auf die Pathogenese vorhandener inaktiver Krankheiten beim Ringelspinner. — In: *Biol. Meth. Schädlingbek., Kischinew*¹⁾, 23-25 (Orig. russisch).
- LOUGHHEED, T. C. & D. M. MACLEOD. — 1958. Extracellular metabolic products of a *Hirsutella* species. — *Nature*, **182**, 114-115.
- LYSENKO, O. — 1958. *Streptococcus bombycis*, its taxonomy and pathogenity for silkworm caterpillars. — *J. gen. Microbiol.*, **18**, 774-781.
- MARTIGNONI, M. E. — 1955. Microinjector needle for determination of per os - LD 50 of insect viruses. — *Science*, **122**, 764.
- MOISSEIEVA, T. S. — 1957. On the question of insect immunities. — 3. *Conf. All-Union Entom. Soc. I*, Moscov, 57-59 (Orig. russisch).
- MÜLLER-KÖGLER, E. — 1956. Vorversuche zur Massenkultur von *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. und *Spicaria farinosa* (FR.) VUILL. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 94-95.
- 1957. Über eine Mykose der Larven von *Tipula paludosa* MEIG. durch *Empusa* sp. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **64**, 529-534.
- 1958. Eine Rickettsiose von *Tipula paludosa* MEIG. durch *Rickettsiella tipulae* nov. spec. — *Naturwissenschaften*, **45**, 248.
- NIKLAS, O. F. — 1956. Untersuchungen über das Auftreten von Krankheiten in Freilandpopulationen des Maikäfer-Engerlings. Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 100-101.
- 1957. Zur Temperaturabhängigkeit der Vertikalbewegungen Rickettsiosekranker Maikäfer-Engerlinge (*Melolontha* spec.). — *Anz. Schäd.kunde*, **30**, 113-116.
- 1958. Entwicklung und Rickettsiose-Auftreten bei Larven vom Maikäfer (*Melolontha* spec.) im Freiland und im Laboratorium. — *Ztschr. angew. Zool.*, **45**, 103-116.
- NIRULA, K. K. — 1957. Observations on the green muscardine fungus in populations of *Oryctes rhinoceros* L. — *J. econ. Ent.*, **50**, 767-770.
- NIRULA, K. K., K. RADHA & K. P. V. MENON. — 1955. The green muscardine disease of *Oryctes rhinoceros* L. I. Symptomatology, epizootology and economic importance. — *Indian Cocon. J.*, **9**, 3-10.
- OKA, I. N. — 1957. Laboratory experiments on the control of *Plutella maculipennis* CURT. with *Bacillus thuringiensis* BERL. — *Tehnik Pertanian*, Bogor, **6**, 113-134.
- OSSOWSKI, L. L. J. — 1958. Occurrence of strains of the nuclear polyhedral virus of the wattle bagworm. — *Nature*, **181**, 648.
- 1958. On the virus causing polyhedral wilt disease of the wattle bagworm, *Kotochalia junodi* (HEYL.). — *South. Afr. J. Sci.*, **54**, 75-76.
- POLTEV, V. I. — 1957. Natural and appeared insect immunities. — 3. *Conf. All-Union, Entom. Soc. I*, Moscov, 5-15 (Orig. russisch).
- RADHA, K., K. K. NIRULA & K. P. V. MENON. — 1956. The green muscardine disease of *Oryctes rhinoceros* L. II. The causal organism. — *Indian Cocon. J.*, **9**, 83-89.
- RUBIO-HUERTOS, M. & J. TEMPLADO. — 1958. Un virus poliedrico en *Stilpnotia salicis* (L.) (*Lepidoptera, Lymantriidae*). — *Microbiol. Española*, **11**, 93-98.

- SCHAEFFENBERG, B. — 1957. Infektions- und Entwicklungsverlauf des insekten-tötenden Pilzes *Beauveria bassiana* (VUILL.) LINK. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 395-402.
- SCHIMITSCHKE, E. — 1957. Kleine Beobachtungen über Insektenkrankheiten. — *Sydowia, Ann. Mycol.*, Beih. I., 250-254.
- SCHMIDT, L. & G. PHILIPS. — 1958. Granulosis - a new virus disease of the fall webworm *Hyphantria cunea* DRURY. — *Poljoprivredno Šumarski Fakultet, Zavod. za entomologiju*, Zagreb, (1), 1-27 (Orig. jugoslawisch).
- SIROTINA, M. I. — 1958. Die Wirkung pathogener Mikroorganismen auf die Provokation einer inaktiven Infektion bei *Barathra brassicae* L. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, Kischinew¹), 41-42 (Orig. russisch).
- SMITH, K. M. — 1958. Early stages of infection with the *Tipula* iridescent virus. — *Nature*, London, **181**, 966-967.
- 1958. The morphology and crystallization of insect cytoplasmic viruses. — *Virology*, **5**, 168-171.
- SMITH, K. M. & C. F. RIVERS. — 1957. The polyhedral virus of *Heliothis armigera* (HBN.). — *Nature*, London, **180**, 928.
- SMITH, K. M. & R. C. WILLIAMS. — 1958. Insect viruses and their structure. — *Endeavour*, **17**, 12-21.
- STEINHAUS, E. A. — 1957. Microbial diseases of insects. — *Ann. Rev. Microbiol.*, **11**, 165-182.
- STEPHENS, J. M. — 1957. Survival of *Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA suspended in various solutions and dried in air. — *Canad. J. Microbiol.*, **3**, 995-1000.
- 1958. Occurrence of *Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA in haemolymph of grasshoppers after infection by feeding. — *Canad. J. Microbiol.*, **4**, 191-193.
- ŠVECOVA, O. I. — 1958. Die biologischen Besonderheiten einiger entomophager Sporenbakterien in Verbindung mit den in ihnen sich bildenden kristallinen Einschlüssen. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek. Kischinew¹)*, 54-55 (Orig. russisch).
- TADIĆ, M. & L. VASILJEVIĆ. — 1956. Results of laboratory investigations of pathogenic effect of some bacteria upon *Carpocapsa pomonella*. — *Plant Prot.*, **38**, 71-75 (Orig. jugoslawisch).
- TALALAËV, E. V. — 1956. Septicemia of the caterpillars of the Siberian silk-worm. — *Microbiology (Acad. Sci. USSR)*, **25**, 99-102 (Orig. russisch).
- THOMSON, H. M. — 1957. The effect of a microsporidian disease on the rate of development of the spruce budworm. — *Canad. Sci. Serv., Div. For. Biol. Bi-monthly Progr. Rep.*, **13** (3), 3.
- 1958. Some aspects of the epidemiology of a microsporidian parasite of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.). — *Canad. J. Zool.*, **36**, 309-316.
- 1958. The effect of a microsporidian parasite on the development, reproduction, and mortality of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.). — *Canad. J. Zool.*, **36**, 499-511.
- TOMLIN, S. G. & J. MONRO. — 1955. The structure of a polyhedral virus from the larva of *Ardices glatignyi* LE GUIL. (*Lepidoptera* : *Arctiidae*). — *Biochim., biophys. Acta*, **18**, 202-208.
- TURIAN, G. — 1957. Entomo-mycoses dans la région de Genève. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 93-98.
- VAGO, C. — 1956. Disease interaction in insects. — *Rev. du Ver à Soie*, **8**, 39-47.
- 1956. Actions virales indirectes. — *Entomophaga*, **1**, 82-87.
- 1957. Multiplication du virus *Borrelina bombycis* sur chrysalides de vers à soie. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **245**, 2115-2117.
- 1958. Virose intestinale chez la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (*Lepidoptera*). — *Entomophaga*, **3**, 35-37.
- VAGO, C. & L. VASILJEVIĆ. — 1958. Polyédrie cytoplasmatique chez l'écaille fileuse (*Hyphantria cunea* DRURY, *Lep. Arctiidae*). — *Entomophaga*, **3**, 197-198.

- VANĀKOVÁ, J. — 1957. Studien der Wirkung von *Bacillus thuringiensis* auf Insekten. — *Čsl. biologie*, **6**, 114-120 (Orig. tschechisch).
- VASILJEVIĆ, L. — 1956. Les recherches sur la pathologie de l'écaille fileuse (*Hyphantria cunea* DR.) en Yougoslavie. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 98-100.
- VEBER, J. — 1957. A cytoplasmic polyhedral disease of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.). — *Nature*, **179**, 1304-1305.
- 1957. *Nosema aporivora* n. sp., ein weiterer Parasit des Baumweisslings, *Aporia crataegi*. — *Veštn. čsl. zool. společnosti*, **21**, 187-188 (Orig. tschechisch).
- 1957. *Plistiphora pandemis* n. sp., eine Mikrosporidie aus der Larve von *Pandemis corylana* FBR. — *Veštn. čsl. zool. společnosti*, **21**, 189-192 (Orig. tschechisch).
- WADA, Y. — Experimental studies on the factors affecting the infection of the yellow muscardine fungus to the overwintering rice stem borer. — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **1**, 54-59 (Orig. japanisch).
- WALLIS, R. C. — 1957. Incidence of polyhedrosis of gypsy-moth larvae and the influence of relative humidity. — *J. econ. Ent.*, **50**, 580-583.
- WEISER, J. — 1957. Über Krankheiten des Wollafters, *Eriogaster lanestris* L. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 243-245.
- 1957. Über einige Schmarotzer in blutsaugenden Arthropoden. — *Čes. Parasitol.*, **4**, 355-358 (Orig. tschechisch).
- 1957. Mikrosporidien des Schwammspinners und Goldafters. — *Ztschr. angew. Ent.*, **40**, 509-521.
- 1958. Zur Taxonomie der Insektenviren. — *Čes. Parasitol.*, **5**, 203-211.
- 1958. Transovariable Übertragung der *Nosema otiorrhynchi* w. — *Acta Soc. Zoologicae Bohemoslovenicae*, **22**, 10-12.
- WILLIAMS, R. C. & K. M. SMITH. — 1958. The polyhedral form of the *Tipula* iridescent virus. — *Biochim., biophys. Acta*, **28**, 464-469.
- WITTIG, G. & J. FRANZ. — 1957. Zur Histopathologie der Granulose von *Choristoneura murinana* (HBN.) (Lepidopt., Tortricidae). — *Naturwissenschaften*, **44**, 564-565.
- ZIMMACK, H. L. & T. A. BRINDLEY. — 1957. The effect of the protozoan parasite *Perezia pyraustae* PAILLOT on the European corn borer. — *J. econ. Ent.*, **50**, 637-640.

5. ANWENDUNG DER BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG MITTELS MIKRO-ORGANISMEN.

5. APPLICATIONS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES MICRO-ORGANISMES.

5. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF MICRO-ORGANISMS.

- BAIRD, R. B. — 1958. Field experiments with *Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA to control grasshoppers. — *Canad. Entomologist*, **90**, 89-91.
- BILIOTTI, E. — 1956. Mise au point d'une méthode de lutte biologique utilisant des suspensions de spores de *Bacillus thuringiensis* (BERLINER), souche « Anduze ». — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 95-98.
- BILIOTTI, E., P. GRISON & D. MARTOURET. — 1956. L'utilisation d'une maladie à virus comme méthode de lutte biologique contre *Pieris brassicae* L. — *Entomophaga*, **1**, 35-44.

- BILIOTTI, E., P. GRISON & C. VAGO. — 1956. Essai d'utilisation des polyèdres isolés de la processionnaire du pin, comme méthode de lutte biologique contre cet insecte. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **243**, 206-208.
- BLONSKA, A. — 1956. Verwendung von *Beauveria*-Arten gegen Kartoffelkäfer. — *Postepy Nauk Rolniczych* (1), 134-138 (Orig. polnisch).
- 1957. Pathogenic *Beauveria* genus fungi of the Colorado beetle. — *Roczniki Nauk Rolniczych*, **74**, Ser. A., 359-372 (Orig. polnisch).
- BONNEFOI, A. — 1956. Participation de l'Institut Pasteur de Paris à la lutte biologique contre les insectes parasites de l'agriculture. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 87-89.
- DJADEČKO, N. P. — 1957. Use of the muscardine in the leafeating insects control. — *Lesn. Khoz. (Forestry)*, Moscow, **10**, (2), 27-28 (Orig. russisch).
- 1958. Erfahrung bei der Anwendung des weissen Muscardinepilzes im Kampf gegen *Carpocapsa pomonella* und *Bryobia redikorzovi* RECK. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹), 14-17 (Orig. russisch).
- EMME, A. M. — 1956. Microorganisms in plant protection. — *Zashch. Rast. ot Vred. i Bolezni*, **1** (5), 56 (Orig. russisch).
- EVLACHOVA, A. L. & O. I. ŠVECŮVA. — 1956. State and perspectives in the microbiological control of insect pests. — In : *Infekz. i protoz. Bolezni polezn. i vredn. nasek.*, 94-107 (Orig. russisch).
- 1957. Der Stand und die Möglichkeiten der mikrobiologischen Methode des Kampfes mit schädlichen Insekten in der UdSSR. — In : *Bericht Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst., All-Unions Entom. Ges.*, Leningrad-Moskau, 10-12 (Orig. russisch).
- 1957. Problems of using pathogenic microorganisms. — *Zashch. Rast. (Plant Protection)* (6), 46-47 (Orig. russisch).
- FOX, J. S. & R. P. JAKES. — 1958. Note on the green muscardine fungus, *Metarrhizium anisopliae* (METCH.) SOR., as a control for wireworms. — *Canad. Entomologist*, **90**, 314-315.
- FRANZ, J. — 1956. Virosen von Forstinsekten in Europa. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 104-105.
- 1958. Viruskrankheiten zur Bekämpfung schädlicher Blattwespen. (Ein Aufruf). — *Allg. Forstztzshr.*, **13**, 215.
- GLASS, E. H. — 1956. Laboratory and field tests with granulosis disease of red-banded leaf roller (*Argyrotaenia velutinana*). — *Ent. Soc. Amer.*, B., **2** (3), 18.
- GUKASIAN, A. B. & N. G. KOLOMIEC. — 1957. Experiment in utilizing the moth bacillus in the control of the Siberian moth (*Dendrolimus sibiricus*). — *Lesn. Khoz.*, **10** (1), 38 (Orig. russisch).
- HALL, I. M. — 1957. Use of a polyhedrosis virus to control the cabbage looper on lettuce in California. — *J. econ. Ent.*, **50**, 551-553.
- HALL, I. M. & P. H. DUNN. — 1957. Fungi on spotted alfalfa aphid. — *Calif. Agric. Berkeley*, **11** (2), 5, 14.
- 1957. Entomophthorous fungi parasitic on the spotted alfalfa aphid. — *Hilgardia*, Berkeley, **27**, 159-181.
- 1958. Artificial dissemination of entomophagous fungi pathogenic to the spotted alfalfa aphid in California. — *J. econ. Ent.*, **51**, 341-344.
- KELSEY, J. M. — 1957. Virus sprays for control of *Pieris rapae* L. — *New Zealand J. Sci. a. Technol., Sect. A.*, **38**, 644-646.
- KRIEG, A. — 1957. Über die Möglichkeiten einer Bekämpfung des Kohlweisslings (*Pieris brassicae*) durch künstliche Verbreitung einer Bakteriose. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **64**, 321-327.
- LEMOIGNE, M., A. BONNEFOI, S. BÉGUIN, P. GRISON, D. MARTOURET, A. SCHENK & C. VAGO. — 1956. Essais d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* BERLINER contre *Pieris brassicae* L. — *Entomophaga*, **1**, 19-34.

- LESKOVA, A. J. A. — 1958. Der Versuch einer Anwendung eines Bakterienpräparates im Kampf gegen *Hyponomeuta malinellus* ZELL. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹), 25-26 (Orig. russisch).
- MARTIGNONI, M. E. & C. AUER. — 1957. Bekämpfungsversuch gegen *Eucosma griseana* (HÜBNER) (*Lepidoptera, Tortricidae*). — *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen*, **33**, 73-93.
- NEVKRYTA, A. N. — 1958. Vom Einfluss der Bodendichte auf Muscardinose beim Rübenderbrüssler. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹), 30-31 (Orig. russisch).
- PETRUCHINA, M. T. — 1958. Die Untersuchung der Wirkung des Präparates »Entobakterin-3« auf *Hyponomeuta malinellus* ZELL. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹), 31-32 (Orig. russisch).
- POLTEV, V. I. — 1957. Advances in microbiological control. — *Zashch. Rast. (Plant Protection)*, (6), 44-46 (Orig. russisch).
- RABB, R. L., E. A. STEINHAUS & F. E. GUTHRIE. — 1957. Preliminary tests using *Bacillus thuringiensis* BERLINER against hornworms. — *J. econ. Ent.*, **50**, 259-262.
auch : *Assoc. South. Agr. Workers Proc.*, **54**, 152.
- SCHUDER, D. L. — 1955. Airplane application of a virus-suspension for control of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.). — *Ind. Nur. News.*, **16**, 3.
— 1955. A virus disease for control of the European pine sawfly. — *Proc. 4th Ind., Ohio Aviation Conf.*, 42-43.
— 1957. A specific virus disease for control of the European pine sawfly *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.). — *Proc. Indiana Acad. Sci.*, (1956), **66**, 102-103.
- SHANDS, W. A., C. G. THOMPSON, G. W. SIMPSON & H. E. WAVE. — 1958. Preliminary studies of entomogenous fungi for the control of potato-infesting aphids in Maine. — *J. econ. Ent.*, **51**, 184-186.
- SMIRNOV, B. A. — 1954. Mikrobiologische Methode zur Bekämpfung der Rindenwanze (*Aradus cinnamomeus* PANZ.). — *Lesn. chosjaistwo* (12), 72. — Ref. in : BRAMMANIS, L. : *Ztschr. angew. Ent.*, **40**, 358, 1957.
- SMITH, K. M. — 1956. Viruses and insect pests. — *Times Sci. Rev.* (22), 12-13.
- STEINHAUS, E. A. — 1957. Concerning the harmlessness of insect pathogens and the standardization of microbial control products. — *J. econ. Ent.*, **50**, 715-720.
- TALALAEV, E. V. — 1957. Bacteriological method of controlling the Siberian moth (*Dendrolimus sibiricus*). — *Lesn. Khoz.*, **10** (1), 36-37 (Orig. russisch).
- TASHIRO, H. — 1956. Susceptibility of European chafer (*Amphimallon majalis*) and Japanese beetle (*Popillia japonica*) larvae to different strains of milky disease organisms. — *Ent. Soc. Amer., B*, **2** (3), 16.
— 1957. *Bacteria* vs. European chafer. — *Farm Res. (N. Y. Sta.)*, **23** (2), 6.
- TSAO, C., P. H. CHIA & P. H. LIN. — 1955. Top-dressing of spore suspension of *Bacillus thuringiensis* to corn leaf whorls as a measure of biological control of the corn borers (*Pyrausta nubilalis*). — *Acta Ent. Sinica*, **5**, 349-350 (Orig. chinesisch).
- VASILJEVIĆ, L. A. — 1957. Pathogenic effect of some species of bacteria on the fall webworm (*Hyphantria cunea* DRURY). — *Memoirs Inst. Plant Protection, Beograd*, **7**, 1-77 (Orig. jugoslawisch).
- WEISER, J. — 1956. Krankheiten der Insekten und ihre Benutzung zum Kampfe gegen Schädlinge. — *Probleme d. Parasitologie*, Berlin, 160-164.
— 1957. Über die Möglichkeiten des biologischen Kampfes gegen *Hyphantria cunea* DRURY. III. — *Čes. Parasitol.*, **4**, 359-367 (Orig. tschechisch).
- WIKÉN, T. — 1955. Möglichkeiten der Produktionssteigerung in der Schweizerischen Landwirtschaft durch neuzeitliche bakterielle Impfverfahren. — *Schweiz. Verband d. Ingen.-Agron. Landwirt. Vorträge*, **20**, 30-33.
- YORK, G. T. — 1956. Tests with the fungus, *Beauveria* sp., for control of the European corn borer (*Pyrausta nubilalis*). — *Ent. Soc. Amer., B*, **2** (3), 18.

6. VERMISCHTE ARBEITEN ÜBER VERSCHIEDENE ARTHROPODEN-
FEINDE.
6. TRAVAUX VARIÉS SUR DIVERS ENNEMIS DES ARTHROPODES
6. VARIOUS PAPERS ON DIFFERENT ENEMIES OF ARTHROPODS.

6 a. WIRBELTIERE.

VERTÉBRÉS.

VERTEBRATES.

- BASTYAI, L. — 1956. Praktische Falknerei in Ungarn. — *Deutsch. Falkenorden*, o.B., 11-13.
- BERNDT, R. & I. RAPSCH. — 1958. Materialien zur Kenntnis der Ernährungsweise des Trauerschnäppers (*Muscicapa hypoleuca* BECHSTEIN) im Kiefernforst. — *Anz. Schäd.kunde*, **31**, 24-27.
- BRUNS, H. — 1957. Grundsätzliche Fragen im forstlichen Vogelschutz. — *Allg. Forstszschr.*, **12**, 567-569.
- 1957. Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Vögel in Fichtenwäldern. — *Ornith. Mitt.*, **9**, 241-253.
- 1958. Schwerpunktvogelschutz in der Forstwirtschaft. — *Forst-u. Holzwirt*, **13** (7), 3 pp.
- 1958. Erfolgreicher Ansiedlungsversuch höhlenbrütender Vögel in einem extrem trocken-heissen und einformigen Kiefernwald. — *Allg. Forstszschr.*, **13**, 32-35.
- 1958. Vogelschutz als kulturelle und wirtschaftliche Aufgabe. — *Natur u. Landschaft* (4), 8 pp.
- DINESMAN, L. G. — 1955. Bird fauna of the forest plantings in the north-western part of the near-Caspian Lowland in the dry years. — *Akad. Nauk SSSR, Inst. Lesa. Trudy*, **25**, 212-238 (Orig. russisch).
- DUBININ, N. P. — 1955. On problems of changing the bird fauna in forests of the south-eastern part of USSR. — *Akad. Nauk SSSR, Inst. Lesa, Soobshch.*, **4**, 3-30 (Orig. russisch).
- FEDORENKO, A. P. — 1956. Birds as destroyers of garden beet weevils. — *Akad. Nauk Ukrain. RSR. Dopovidi*, **2**, 200-204 (Orig. ukrainisch).
- 1957. Le rôle des oiseaux habitant la région forêt-steppe de l'U.R.S.S. dans la réduction du nombre de *Curculionidae* de betterave. — *Trudi Inst. Zool., Akad. Nauk Ukrainskoj RSR*, **14**, 84-94 (Orig. ukrainisch).
- GERASIMOVA, T. D. & W. K. UNTERBERGER. — 1956. Vermehrungsversuch und Untersuchung der Nahrung bei insektenfressenden Vögeln in Kiefernbeständen. — In: Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSR*, Moskau, 62-68 (Orig. russisch).
- GERBER, R. — 1958. Wachtel, Rebhuhn und Fasan in ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft. — *Sächs. Heimatblätter* (2), 106-115.
- GRUZDEV, V. V. — 1955. Bird fauna of the Djakow forest as a source of populating the forest plantings with birds in the Volga area. — *Akad. Nauk SSSR, Inst. Lesa. Trudy*, **25**, 239-254 (Orig. russisch).
- HERBERG, M. — 1955. Die Entwicklung einer Höhlenbrüterpopulation in einem einformigen Kiefernwald. — *Beitr. z. Vogelkde.*, **5**, 61-74.
- 1957. Fledermausansiedlung zur Bekämpfung forstschädlicher Insekten. — *Forst u. Jagd*, **7** (1), 9-10.
- HOLLING, C. S. — 1955. The selection by certain small mammals of dead, parasitized, and healthy prepupae of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.). — *Canad. J. Zool.*, **33**, 404-419.

- KOROL'KOVA, G. E. — 1956. Untersuchungen über die Einwirkung insektenfressender Vögel auf die Massenschädlinge in Eichenbeständen. — In : Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSSR*, Moskau, 69-70 (Orig. russisch).
- LANGER, R. — 1956. Vorbeugende biologische Schädlingsbekämpfung insbesondere auf forstlichen Grossflächen. — *Jahresber. Hess. Forstver.*, 40-48.
- MACLELLAN, C. R. — 1958. Role of woodpeckers in control of the codling moth in Nova Scotia. — *Canad. Entomologist*, **90**, 18-22.
- MAUERSBERGER, G. — 1957. Umsiedlungsversuche am Trauerschnäpper (*Muscicapa hypoleuca*), durchgeführt in der Sowjetunion. — Ein Sammelreferat. — *J. Ornith.*, **98**, 445-447.
- NEF, L. — 1957. Les oiseaux dans la lutte contre les insectes nuisibles. — *Soc. Roy. Forest. de Belg.*, **64** (1), 1-18.
- PATERILO, G. A. — 1957. Extensive attraction of birds into orchards. — *Sadov. Vinograd, i Vinodel. Mildavii*, **12** (1), 59 (Orig. russisch).
- PFEIFER, S. — 1956. Neue Möglichkeiten im biologischen Pflanzenschutz. — *Die Umschau in Wissensch. u. Technik*, **56** (9).
— 1957. Neue Erkenntnisse im biologischen Pflanzenschutz mit Hilfe der Vögel in der Forstwirtschaft. — *Jahresber. Hess. Forstver.*, 17-37.
— 1957. Neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Vögel im biologischen Forstschutz. — *Selbstverl. Vogelschutzwarte f. Hessen*, Rheinland-Pfalz u. Saarland, 24 pp.
- PFEIFER, S. & W. KEIL. — 1958. Versuche zur Steigerung der Siedlungsdichte höhlen- und freibrütender Vogelarten und ernährungsbiologische Untersuchungen an Nestlingen einiger Singvogelarten in einem Schädgebiet des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) im Osten von Frankfurt am Main. — *Biol. Abh.*, (15-16), 52 pp.
- PILZINA, L. M. — 1956. Einige Ergebnisse über den Einfluss angesiedelter Vögel auf die Zahl schädlicher Insekten. — In : Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSSR*, Moskau, 71-74 (Orig. russisch).
- POLIVANOV, V. M. — 1956. Versuch der Massenübersiedlung von Trauerfliegen-schnäppern in die Eichenwälder des Steppengebietes. — In : Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSSR*, Moskau, 137-148 (Orig. russisch).
- POSNANIN, L. P. — 1956. Über die Möglichkeiten der Anwendung kleiner Vögel im Kampf gegen schädliche Insekten. — In : Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSSR*, Moskau, 5-20 (Orig. russisch).
- SCHIFFERLI, A. — 1958. Vogelschutz im Zeichen angewandter Vogelkunde. — *Schweiz. Ztschr. Forstwesen*, **109**, 135-148.
- STEIN, W. — 1957. Biocoenologische Untersuchungen über den Einfluss verstärkter Vogelansiedlung auf die Insektenfauna eines Eichen-Hainbuchenwaldes. — *Diss. Math.-Naturwiss. Fakultät d. Westf. Wilhelms-Univ. Münster* (12), 40-41.
- STROKOV, V. V. — 1956. Der Einfluss von Höhlenbrütern auf die Schädlingsherde des Schwammspinners und grünen Eichenwicklers. — In : Wege und Methoden bei der Anwendung von Vögeln im Kampf gegen schädliche Insekten. *Isdastelstwo Ministerstwa Selskovo Chosijaistwo SSSR*, Moskau, 75-80 (Orig. russisch).
- SZIJJ, J. — 1957. Angaben zur Methodik der Ernährungsuntersuchungen an Vögeln, mit besonderer Rücksicht auf die Bestimmung deren landwirtschaftlicher Bedeutung. — *Ann. Inst. Prot. Plant. Hung.*, **7**, 77-90 (1952-1956) (Orig. ungarisch).
- THIELMANN, K. — 1957. Forstwirtschaft und praktischer Vogelschutz. — *Allg. Forstztschr.*, **12**, 620.
- TURČEK, F. J. — 1956. The present status and problems of research on the role of birds in the forests. — *Sbornik Přednášek, Vorträge d. 1. Konf. Tschechoslow. Ornithologen*, Prag (1956), 11-15 (Orig. tschechisch).
- WEINZIERL, H. — 1958. Beitrag zur künstlichen Steigerung der Siedlungsdichte höhlenbrütender Singvögel im Auwald. — *Waldhygiene*, **2**, 105-112.

6 b. WIRBELLOSE AUSSER ARTHROPODEN.

INVERTÉBRÉS SAUF LES ARTHROPODES.

AVERTEBRATES EXCEPT ARTHROPODS.

RÜHM, W. — 1957. Nematoden und biologische Bekämpfung der Insekten. — *Nematologica*, **2**, Suppl., 349-354.

RÜHM, W. & C. CHARARAS. — 1957. Description, biologie et histologie de quatre espèces nouvelles de Nématodes parasites de *Dryocoetes hectographus* REIT. (Col., Scolytidae). — *Entomophaga*, **2**, 253-269.

STOLL, N. R. — 1956. Axenic cultivation of the parasitic nematode, *Neoaplectana glaseri* STEINER, 1929, in fluid media. — *Internat. Cong. Zool. Proc.* (1953), **14**, 382.

6 c. GEMEINSAME WIRKUNG VON MIKRO- UND MAKROORGANISMEN (z.B. Viren und entomophage Insekten).

ACTION CONJUGUÉE DES MICRO- ET MACRO-ORGANISMES (par exemple virus et insectes entomophages).

JOINT EFFECT OF MICRO- AND MACROORGANISMS (e.g. viruses and entomophagous insects).

BILIOTTI, E. — 1956. Relations entre agents pathogènes et entomophages. — Symposium über Insektenpathologie in Darmstadt. — *Entomophaga*, **1**, 101-103.

— 1956. Entomophages et maladies des insectes. — *Entomophaga*, **1**, 45-53.

ČAPEK, M., R. OBRTEL & J. WEISER. — 1958. Krankheiten, Parasiten und Episiten des Tannentriebwicklers *Choristoneura murinana* HB. im mittelslowakischen Tannengebiete. — *Lesnický Časopis*, **4**, 46-70 (Orig. tschechisch).

CUMBER, R. A. — 1957. Ecological studies of the rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (L.) in western Samoa. — *Tech. Pap. S. Pacif. Comm.* (107), 32 pp.

JAHN, E. & A. SINREICH. — 1957. Beobachtungen zum Auftreten des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.), des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) und des grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) in Niederösterreich und im Burgenland in den Jahren 1952 bis 1956. — *Anz. Schäd.kunde*, **30**, 139-146.

KOLOMIEC, N. G. — 1957. Der Stand und die Aufgaben des biologischen Kampfes gegen den sibirischen Kiefernspinner. — Aus : *Ber. Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst., All-Unions Ent. Ges. Leningrad-Moskau*, 13-14 (Orig. russisch).
auch : *Mitt. d. östl. Zweigstellen d. Akad. Wiss. UdSSR, Novosibirsk* (9), 110-118 (Orig. russisch).

NIKLAS, O. F. — 1958. Auftreten und Periodik verschiedener Krankheiten und Parasiten bei Larven des Maikäfers (*Melolontha spec.*). — *Entomophaga*, **3**, 72-88.

NIKLAS, O. F. & J. FRANZ. — 1957. Begrenzungsfaktoren einer Gradation der Roten Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer* (GEOFFR.) in Südwestdeutschland 1953 bis 1956. — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem* (89), 1-39.

OSSOWSKI, L. L. J. — 1957. Über *Kotochalia junodi* (HEYL.) — *Psychidae* — einen Grossschädling in Schwarzakazienwäldern von Südafrika. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 139-152.

PRIMAK, T. A. — 1958. Pathologische Veränderung in der Haemolympe von Insekten bei verschiedenen Erkrankungen und Parasiteninfektionen. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 32-34 (Orig. russisch).

SCHVESTER, D. — 1957. Contribution à l'étude écologique des coléoptères Scolytides. Essai d'analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Ruguloscolytus rugulosus* MÜLLER 1818. — *Ann. Epiphyties, Sér. C*, Paris, 162 pp.

STAMMER, H. J. — 1956. Die Parasiten der Bibioniden. — *Proc. 14. Int. Congr. Zool.*, Copenhagen (1953), 349-358.

TELENGA, N. A. — 1957. Der Stand der Untersuchungen und die Perspektive der Anwendung der biologischen Methode des Kampfes mit dem Rübenrüssler und dem Apfelwickler. — Aus : *Ber. Tagg. Akad. Wiss. UdSSR, Zool. Inst., All-Union Ent. Ges., Leningrad-Moskau* (Orig. russisch).

7. BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG VON UNKRÄUTERN.

7. LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES.

7. BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS.

ALPATOV, V. V. — 1956. Biological control of weeds. — *Priroda*, **45** (10), 96 (Orig. russisch).

DJOJOPRANOTO, A. — 1957. The lantana-bug (*T. scrupulosa*) on the island of Timor. — *Tehnik Pertanian*, Bogor, **6**, 19 pp. (Orig. malaisch).

HOLLOWAY, J. K. & C. B. HUFFAKER. — 1957. Establishment of the seed weevil, *Apion ulicis* FORST., for suppression of gorse in California. — *J. econ. Ent.*, **50**, 498.

LALONDE, L. M. — 1957. New observations on toadflax (*Linaria vulgaris*) and on its biological control in the Province of Quebec. — *Canada Natl. Weed Comt. East. Sect. Proc.* (1956), **10**, 62-63.

MALAGUTI, G. — Posibilidad de control biológico de los malas hierbas mediante hongos. — *Agron. Trop.* (Maracay, Venezuela), **9**, 119-123.

PARHAM, J. W., T. L. MUNE & B. A. O'CONNOR. — 1956. *Lantana* and its control in Fiji. — *Agric. J. Fiji*, **27**, 28-32.

SMITH, J. M. — 1956. Biological control of weeds. — *Canada Natl. Weed Comt. West. Sect. Proc.*, **9**, 15.

— 1956. Biological control of weeds in 1955. — *Canada Natl. Weed. Comt. East. Sect. Proc.*, **9**, 102-103.

— 1958. Controlling weeds with insects. — *Res. Farmers*, **3**, 14-16.

8. KOMBINATION BIOLOGISCHER UND CHEMISCHER VERFAHREN GEGEN ARTHROPODEN.

8. COMBINAISON DES MÉTHODES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES CONTRE LES ARTHROPODES.

8. INTEGRATION OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL METHODS AGAINST ARTHROPODS.

AVRAMENKO, I. D. — 1958. Einfluss chemischer Behandlung auf die Parasiten der Kiefernblattwespe und über die Möglichkeit chemischer und biologischer Bekämpfungsmassnahmen. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, Kischineu¹), 3-4. (Orig. russisch).

BAPTIST, B. A. — 1956. The tea leaf-eating tortrix caterpillar (*Homona coffearia* NIETN.) as a limiting factor in insecticidal applications on tea. — *Tea Quart.*, **27**, 28-35.

BARTLETT, B. R. — 1958. Laboratory studies on selective aphicides favoring natural enemies of the spotted alfalfa aphid. — *J. econ. Ent.*, **51**, 374-378.

BEAULIEU, A. A. — 1955. La lutte biologique contre les ennemis du verger. — *Rapp. Ann. 1954 de la Soc. Pomologique et Fruitière de la Province de Québec*, 10 pp.

BENASSY, C. & H. BIANCHI. — 1957. Incidence des traitements insecticides sur les parasites de coccides. Action des traitements « d'hiver » contre *Pseudaulacaspis pentagona* TARG., sur son parasite spécifique : *Prosopaltella berlese* HOW. — *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **6**, 135-141.

DJADEČKO, N. P. — 1957. Anwendung der Muscardine im Kampf mit laubnagenden Insekten. — *Lesnoje Chozjaistwo* (2), **27** (Orig. russisch).

EMMEL, L. — 1958. Die Wirkung von Thiodan auf die Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* HAUSM.) und die Blutlauszehrwespe (*Aphelinus mali* HALD.). — *Anz. Schäd.-kunde*, **31**, 121-123.

- FRANZ, J. & G. WELLENSTEIN. — 1958. Lassen sich durch eine Frühbegiftung die natürlichen Feinde des Tannentriebwicklers (*Choristoneura murinana* [Hb.]) schonen? — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **65**, 20-32.
- GAPRINDAŠVILI, N. K. & T. N. NOVICKAJA. — 1957. On plant-penetrating insecticides and biological method of pest control. — *Agrobiologija* (1), 104-108 (Orig. russisch).
- 1958. Über das Zusammenwirken chemischer und biologischer Methoden des Kampfes gegen einige Schädlinge in den Citrusanpflanzungen Georgiens. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 11-12 (Orig. russisch).
- GERSDORFF, E. — 1958. Untersuchungen an Puppentönnchen der Rübenfliege aus dem Schwimmschlamm der Rübenschwämmwässer. — *Zucker*, **11**, 325-330.
- HINTON, H. E. — 1955. Insecticides and the balance of animal populations. — *Sci. Progr.* (172), 634-647.
- KUDEL, K. A. — 1958. Über die Massenvermehrung von *Tmetocera ocellana* F. in den Gärten des Winnizkagebietes nach mehrmaliger Behandlung der Gärten mit DDT-Präparaten. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 21-23 (Orig. russisch).
- KUENEN, D. J. & J. DE WILDE. — 1956. The modified spray programme for fruit trees developed by A. D. PICKETT. — *Meded. Dir. Tuinbouw*, Wageningen, **19**, 867-873 (Orig. holländisch).
- LITVINOV, B. M. — 1958. Die Anwendung von Parasiten und Bakterienerkrankungen bei der Unterdrückung einer Massenvermehrung von *Aporia crataegi* L. und die Verwendung von DDT und Hexachloran im Kampf gegen den Schädling unter Schonung der nützlichen Insekten. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 26-27 (Orig. russisch).
- LOZINSKIJ, V. A. & U. S. ROMANOVA. — 1958. Über den Einfluss von Flugzeugbekämpfung auf den Ringelspinner und seine Eiparasiten unter Waldbedingungen. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 28 (Orig. russisch); auch : *Lesnoje chosjaistvo*, **11** (6), 38-40.
- MIKSIWICZ, M. — 1957. Natürliche Feinde des Kartoffelkäfers und seine Bekämpfung mittels neuer chemischer Mittel. — *Polskie Pismo Entomol., Ser. B*, **1**, 61-68 (Orig. polnisch).
- MORGAN, C. V. G. & N. H. ANDERSON. — 1957. Some aspects of a ryania-glyodin spray schedule in British Columbia apple orchards. I. Entomological, horticultural, and economic aspects. — *Canad. J. Plant Sci.*, **37**, 423-433.
- MORGAN, C. V. G., N. H. ANDERSON & J. E. SWALES. — 1958. Influences of some fungicides on orchard mites in British Columbia. — *Canad. J. Plant Sci.*, **38**, 94-105.
- NOVITZKY, S. v. — 1957. Naturschutz und Bedrohung der Nützlinge durch Chemikalien. — *Natur u. Land*, **43**, 100-102.
- OSTROVSKIJ, N. — 1956. A problem of the protection of beneficial insects at the chemical treatments. — *Zemled* (1), 110-112 (Orig. russisch).
- PARENT, B., R. O. PARADIS, L. CINQ-MARS & R. CRÊTE. — 1955. Influences de certains fongicides sur les principaux acariens des vergers du Québec. — *Ann. Rapp. Soc. Prot. Plantes Québec*, **37**, 101-110.
- PICKETT, A. D. — 1957. Is there hope for modified spray schedules? — *N. J. Sta. Hort. Soc., Hort News*, **38**, 3104, 3110, 3123.
- REZNIK, V. N. — 1958. Ergebnisse der Untersuchung über die Erkrankung des Rübenbrüsselkäfers durch Muscardine nach Behandlung des Bodens mit Hexachloran. — In : *Biol. Meth. Schädlingsbek., Kischinew*¹⁾, 36-37 (Orig. russisch).
- RIPPER, W. E. — 1955. The influence of pesticides on the balance of arthropod population. — *Adv. Sci.*, **12**, 455-463.
- SANDNER, H. — 1955. Über manche negative Folgen der Anwendung chemischer Mittel und über die Versuche, ihnen vorzubeugen. — *Ekologia Polska, Ser. B*, **1** (3-4), 95-100 (Orig. polnisch).

- 1956. Die neueren Errungenschaften auf dem Gebiete der Auswertung der Schmarotzer im Kampf mit den Pflanzenschädlingen. — *Kosmos A*, (3), 258-272 (Orig. polnisch).
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1958. Die kombinierte Verwendung wirksamer Entomophagen zusammen mit chemischen und agrotechnischen Massnahmen. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, *Kischinew*¹⁾, 57-58 (Orig. russisch).
- SCHMIDT, E. & G. WELLENSTEIN. — 1958. Untersuchungen über die Auswirkung von Begiftungsaktionen auf die Waldlebensgemeinschaft. — *Allg. Forstztschr.*, **13**, 301-305.
- SCHNEIDER, F. — 1957. Gedanken zur Bekämpfung des Traubenwicklers in der Ostschweiz. — *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau*, **66**, 245-249, 282-284.
- ŠECHURINA, T. A. — 1958. Einige Ergebnisse über Untersuchungen des Weissen Muscardinepilzes in kombinierter Anwendung mit Giften gegen schädliche Schildläuse. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, *Kischinew*¹⁾, 55-56 (Orig. russisch).
- TELENGA, N. A. — 1956. Die Erhöhung der Muscardinose beim Rübenrüssler mit Hilfe von Hexachloran. — *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **109**, 665-666 (Orig. russisch). — 1958. Das Problem der kombinierten Anwendung biologischer und chemischer Methoden in der Schädlingbekämpfung. — *Bull. wiss.-techn. Inform.*, (4), 21-38, Kiev (Orig. russisch).
- TELENGA, N. A., G. N. ŽIGAIEV, N. L. ZACHARČENKO & A. N. NEVKRYTA. — 1957. Biologische Bekämpfungsmethoden gegen den Rübenderbrüssler. — *Bull. wiss.-techn. Inform.*, (2), 41-47, Kiev (Orig. russisch).
- TEMPLIN, E. — 1957. Der Einfluss von Bekämpfungsaktionen auf den Verlauf der letzten Gradation von *Euproctis chrysorrhoea* L. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 425-437.
- VEREŠČAGINA, V. V. — 1958. Vom Einfluss des DDT auf die zahlenmässige Abnahme räuberischer Milben. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, *Kischinew*¹⁾, 10 (Orig. russisch).
- VOÛTE, A. D. — 1958. Harmonische Bekämpfung von Insektenvermehrungen. — *TNO-Nieuws* (146), 206-208 (Orig. holländisch).
- ZACHARČENKO, N. L. — 1958. Über den Einfluss der Behandlung des Bodens mit Hexachloran und Muscardine-Pilzen auf den pathologischen Zustand des Rübenderbrüsselkäfers. — In : *Biol. Meth. Schädlingbek.*, *Kischinew*¹⁾, 19-20 (Orig. russisch).
- ZOEBELEIN, G. — 1957. Zur Beeinflussung der Insektenfauna des Waldes durch chemische Grossschädlingbekämpfung. 1. Mitteilung. — *Ztschr. angew. Ent.*, **41**, 320-332.

¹⁾ Ungekürzte Quellenangabe (titre complet) : Biologische Methode der Schädlingbekämpfung in landwirtschaftlichen Kulturen und Forstpflanzungen. Vortragszusammenfassungen. Landwirtschaftsministerium der Moldauischen Republik, Kischinew.

ADDENDA

Nous publions ici les résumés en allemand de deux articles parus dans des fascicules antérieurs :

- C. VAGO : Virose intestinale chez la Processionnaire du Pin, *Thaumetopea pityocampa* SCHIFF, (*Lepidoptera*). — *Entomophaga*, 3 (1), p. 35.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine im Darmgewebe cytoplasmatisch lokalisierte Polyederkrankheit wird bei *T. pityocampa* beschrieben und auf die charakteristische Farbänderung des Mitteldarmes hingewiesen. Eine Isolierungs- und Reinigungsmethode für Darm-einschlusskörper und die Eignung dieser Virose zur Verwendung in der biologischen Schädlingsbekämpfung werden behandelt.

- C. VAGO & L. VASILJEVIĆ : Polyédrie cytoplasmique chez l'Écaille fileuse (*Hyphantria cunea* DRURY, *Lep. Arctiidae*). — *Entomophaga*, 3 (2), p. 198.

ZUSAMMENFASSUNG

In den jungen europäischen *Hyphantria*- Populationen wird das Erscheinen einer cytoplasmatischen Darmvirose beobachtet, die Pathogenese und die Übertragung der Krankheit beschrieben und die Viren elektronenmikroskopisch dargestellt. (*Smithiavirus hyphantriae*.)

INFORMATIONS DIVERSES

Nous rappelons à nos lecteurs que le XI^e Congrès international d'Entomologie aura lieu du 17 au 25 août 1960, à Vienne. Les participants qui n'auraient pas reçu la première circulaire sont priés de solliciter auprès du Secrétariat du Congrès, Vienne I, Naturhistorisches Museum, Burgring 7, des renseignements détaillés.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME III (1958)

Mémoires originaux.

BENASSY, C.

- Prospaltella berleseï* HOW. (Hym. Aphelinidae) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (Hom. Diaspidinae)..... 67
- Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. dans le Midi méditerranéen (Hom. Diaspidinae). 93

BILIOTTI, E.

- Les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (Lepidoptera)..... 23

DELUCCHI, V.

- Lithocolletis messaniella* ZELLER (Lep. Gracilariidae) : analysis of some mortality factors with particular reference to its parasite complex 203
- Pteromalus pini* HARTIG (1838) : specie tipo di *Beierina* gen. nov. (Hym. Chalcidoidea)..... 271

FÉRON, M., P. DELANOUE et F. SORIA.

- L'élevage massif artificiel de *Ceratitis capitata* WIED..... 45

FISCHER, M.

- Über die Variabilität von taxonomisch wichtigen Merkmalen bei *Opius concolor* SZEPL. (Hym. Braconidae)..... 55

FRANZ, J. M.

- Studies on *Laricobius erichsonii* ROSENH. (Coleoptera : Derodontidae), a predator on Chermesids;
Part I : distribution, life-history and ecology..... 109
Part II : external anatomy..... 165

GREATHEAD, D. J.

- Observations on two species of *Systoechus* (Diptera, Bombyliidae) preying on the Desert Locust, *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) in Eastern Africa..... 3

HURPIN, B. et C. VAGO.

- Les maladies du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.)
Col. Scarabaeidae)..... 285

MASNER, L.

- A new egg parasite of gipsy moth *Lymantria dispar* L..... 39

NIKLAS, O. F.

- Auftreten und periodik verschiedener Krankheiten und Parasiten bei Larven des Maikäfers (*Melolontha spec.*)..... 71

STEFFAN, J. R.

- Brachymeria* (Hym. Chalcididae) parasites de *Anomis flava* F.
à Madagascar 275

VAGO, C.

- Virose intestinale chez la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (*Lepidoptera*)..... 35
(Zusammenfassung, p. 365).

- Sur la nomenclature des virus d'insectes..... 331

VAGO, C. et L. VASILJEVIĆ.

- Polyédrie cytoplasmique chez l'écaille fileuse, *Hyphantria cunea* DRURY (*Lep. : Arctiidae*)..... 197
(Zusammenfassung, p. 365).

Documentation.

- Bibliographie über biologische Bekämpfung III (von J. FRANZ)..... 333

Informations et nouvelles de la C.I.L.B. (présentées par le Secrétariat général de la C.I.L.B.).

- L'assemblée générale de la C.I.L.B. (Paris, 26-28 février 1958)..... 89
Activité des groupes de travail de la C.I.L.B..... 199
Réunion de la F.A.O. pour la lutte contre les punaises des Céréales... 202
Deuxième colloque de la C.I.L.B. sur la Pathologie des insectes
(Paris, 22-24 octobre 1958)..... 281
1. Internationale Konferenz für Insektenpathologie und biologische
Bekämpfung (Prag, 13-18 August 1958)..... 282
IX^e Congrès international pour la Quarantaine et la protection des
Plantes (Moscou 12-22 août 1958)..... 284